NOTICE

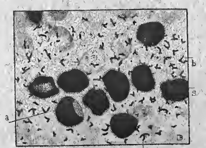
SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

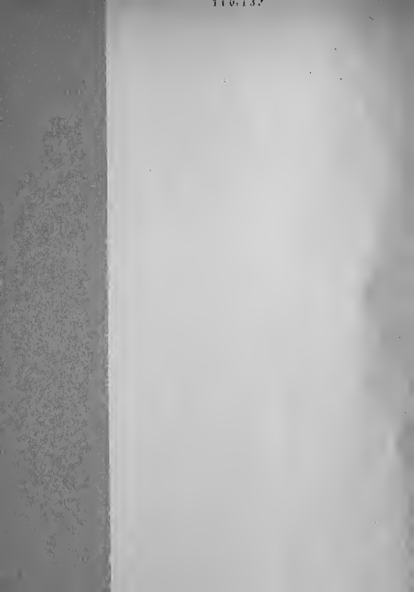
M. Bernard RENAULT

LAURÉAT DE L'INSTITUT
MEMBRE ASSOCIÉ DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE
ASSISTANT AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE



Spores de Fougères attaquées par le *Bacillus Gramma* (terrain houiller).

AUTUN
IMPRIMERIE DEJUSSIEU PÈRE ET FILS
1896



A Monsieur Blanchard membre de
l'Académie de Médecine
Hommage de l'auteur
B. Renault

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. BERNARD RENAULT
LAURÉAT DE L'INSTITUT
MEMBRE ASSOCIÉ DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE
ASSISTANT AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE



NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. Bernard RENAULT

LAURÉAT DE L'INSTITUT
MEMBRE ASSOCIÉ DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE
ASSISTANT AU MUSEUM D'HISTOIRE NATURELLE



AUTUN
IMPRIMERIE DEJUSSIEU PÈRE ET FILS
1896

GRADES UNIVERSITAIRES

Docteur ès sciences physiques, Faculté des sciences de Paris, 15 mai 1867
Docteur ès sciences naturelles, Faculté des sciences de Paris, 25 juillet 1879

TITRES SCIENTIFIQUES

Membre de la Société Éduenne	1867
Lauréat de l'Institut (prix Gegner)	1873
Collaborateur adjoint à la Carte géologique de France	1884
Correspondant de l'Institut géologique de Vienne	1886
Président de la Société d'Histoire naturelle d'Autun depuis sa fondation en	1886
Membre de la Société Linnéenne de Normandie	1887
Membre de la Société impériale des Naturalistes de Moscou	1889
Associé de l'Académie royale de Belgique	1894
Lauréat de l'Institut (prix Trémont)	1895

TITRES HONORIFIQUES

Officier d'Académie	1881
Chevalier de la Légion d'honneur, 15 avril	1882

THÈSES

Présentées à la Faculté des sciences de Paris pour obtenir le grade de Docteur ès sciences physiques, 15 mai 1867.

1re Thèse. — Vérification expérimentale de la loi réciproque de celle de Faraday sur la décomposition des électrolytes.

Application de la réciproque de cette loi à l'analyse des alliages, basée sur la quantité d'électricité produite par la dissolution des métaux qui les forment.

Nota. — Cette thèse a été insérée dans les *Annales de physique et de chimie*. 60 pages, 2 planches.

2e Thèse. — Propositions de chimie données par la Faculté :

1° Densité des vapeurs.
2° De l'isomérie.
3° Solution, diffusion, dialyse.

THÈSES

Présentées à la Faculté des sciences de Paris pour obtenir le grade de Docteur ès sciences naturelles, 25 juillet 1879.

1re Thèse. — Structure comparée de quelques tiges de la Flore carbonifère.

Nota. — Cette thèse a été insérée dans les *Nouvelles Archives du Muséum*, t. II, 2e série. 135 pages, 8 planches.

2e Thèse. — Propositions données par la Faculté :

Botanique. — Famille des Conifères ; caractères de ses principaux genres.

Géologie. — Classification des terrains carbonifères et pénéen, au point de vue des végétaux fossiles.

AVANT-PROPOS

La plupart des résultats consignés dans les notes et mémoires que nous allons mentionner ont été obtenus au moyen de préparations tirées de matériaux silicifiés. On sait que les divers débris végétaux minéralisés ont été déposés pêle-mêle et sans aucun ordre dans les bancs de quartz. Un premier travail long, msis inévitable, consiste à isoler, au moyen de la scie à émeri, les portions de végétaux que l'on croit intéressantes, et à en faire l'étude séparément.

Cette étude exige l'exécution de plaques dirigées méthodiquement suivant des plans déterminés, et rendues assez minces pour que leur transparence permette l'examen microscopique.

On comprend facilement les difficultés que présente ce genre de travail quand il s'agit, par exemple, de suivre la marche et de maintenir dans la préparation des faisceaux vasculaires mesurant, en diamètre, à peine quelques centièmes de millimètres; de faire passer simultanément la lame mince par le micropyle et la chalaze d'une graine, de façon à conserver les archégones, le canal micropylaire, et les grains de pollen qui se trouvent dans la chambre pollinique, etc.

Le succès ne s'obtient qu'en usant la lame primitive, alternativement sur chacune des faces, jusqu'à ce que l'organe ou les organes que l'on veut conserver apparaissent sur l'une d'elles; à partir de ce moment cette face étant collée sur une lame de verre, l'autre est usée de manière à atteindre la transparence requise par l'observation.

On ne peut s'adresser à des lapidaires, pour ce genre de travail, car dans l'étude des plantes anciennes on marche pour ainsi dire dans l'inconnu. L'emploi de la loupe et du microscope est indispensable pendant la durée de l'opération, et doit servir constamment de guide, si on ne veut pas subir des mécomptes regrettables, à cause du temps considérable et des échantillons rares qui seraient perdus.

Nous avons donc dû faire nous-même toutes les préparations délicates qui ont servi à nos études.

LISTE CHRONOLOGIQUE

DES

NOTES ET PUBLICATIONS

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

1864.

N° 1. — *Note pour servir à l'histoire du protochlorure de cuivre,* t. LIX, p. 329.

N° 2. — *Sur quelques sels haloïdes de cuivre,* t. LIX, p. 558.

1865.

N° 3. — *Sur la vérification expérimentale de la Réciproque des lois de Faraday relative aux équivalents chimiques,* t. LX, p. 224.

N° 4. — *Nouvelle méthode d'analyse quantitative applicable aux alliages,* t. LX, p. 489.

N° 5. — *Sur la nature de l'action chimique qu'exerce la lumière sur quelques sels haloïdes de cuivre,* t. LXI, p. 210.

Comme il serait trop long et peut-être fastidieux d'analyser chacune des notes de botanique qui vont être énumérées, nous croyons préférable de résumer les principales conséquences qui découlent de leur ensemble, et de les consigner dans quelques chapitres indiquant plusieurs applications de la Botanique fossile.

1870.

N° 6. — ***Notice sur quelques végétaux silicifiés des environs d'Autun :*** 1° sur la tige des ***Zygopteris, Z. Brongniarti; Z. Elliptica; Z. Lacattei; Z. bibractensis;*** 2° Sur la tige des ***Anachoropteris, A. Decaisnei;*** sur les tiges de ***Lycopodium (Heterangium) punctatum, H. Renaulti,*** t. LXX, p. 119.

Nota. — Cette notice a été le sujet d'un rapport à l'Académie concluant à son insertion dans les mémoires des Savants étrangers à l'Académie; le rapporteur était M. Ad. Brongniart, t. LXX, p. 1070. Le travail en question a paru dans les *Annales des sciences naturelles*. Voir le n° 80.

N° 7. — ***Sur l'organisation de rameaux silicifiés appartenant à un Sphenophyllum.***

N° 8. — ***Description de la tige des Sphenophyllum,*** t. LXX, p. 1158. [1]

1871.

N° 9. — ***Sur un nouveau procédé pour obtenir la reproduction de dessins,*** t. LXXIV, p. 1412.

1872.

N° 10. — ***Sur les propriétés réductrices des vapeurs de phosphore dans l'hydrogène,*** application à la reproduction de dessins, t. LXXIV, p. 984.

N° 11. — ***Végétaux silicifiés d'Autun : Observations sur la structure du Dictyoxylon,*** t. LXXIV, p. 1295.

1. Cette description anatomique est la première qui ait été donnée sur les tiges des *Sphenophyllum*.

N° 12. — *Sur le Dictyoxylon et ses attributions spécifiques comme écorce de Sigillaire*, en collaboration avec M. Grand'Eury, t. LXXV, p. 1197.

N° 13. — *Sur une application nouvelle de la réduction des sels d'argent pour la reproduction de dessins*, t. LXXV, p. 1766.

1873.

N° 14. — *Sur quelques combinaisons phosphorées du Zinc et du Cadmium*, t. LXXVI, p. 283.

N° 15. — *Observations sur la structure des tiges et des fructifications des Annularia et des Sphenophyllum*, t. LXXVI, p. 546.

1874.

N° 16. — *Étude du genre Myelopteris et du genre Sigillaria spinulosa.*

Nota. — L'Académie décide que ce mémoire sera inséré dans le recueil des Savants étrangers, t. LXXXIII, p. 870.

Sur le rapport de M. Ad. Brongniart, le prix Gegner de l'année 1873 est décerné à M. Renault pour ses travaux sur les végétaux silicifiés d'Autun, t. LXXIX, p. 202.

1875.

N° 17. — *Recherches sur les végétaux silicifiés d'Autun et de Saint-Étiennne. Étude du genre Botryopteris*, t. LXXX, p. 202.

1876.

N° 18. — *Sur les fructifications de quelques végétaux silicifiés provenant des gisements d'Autun et de Saint-Étienne*, t. LX, p. 992.

Nota. — Ce travail, sur le rapport de M. Ad. Brongniart, devait être imprimé dans les mémoires des savants étrangers à l'Académie, il a été inséré dans les *Annales des sciences naturelles* (Botanique). Voir n° 86.

N° 19. — *Affinités botaniques du genre Neuropteris*, t. LXXXIII, p. 399.

N° 20. — *Recherches sur les végétaux silicifiés d'Autun et de Saint-Étienne.* Les Calamodendrées et leurs affinités botaniques probables, t. LXXXIII, p. 546.

N° 21. — *Recherches sur quelques Calamodendrées et sur leurs affinités botaniques,* t. LXXXIII, p. 574.

1877.

N° 22. — *Fleurs mâles des Cordaites,* t. LXXXIV, p. 782.

N° 23. — *Fleurs femelles des Cordaites,* t. LXXXIV, p. 1328.

N° 24. — *Sur les débris organisés contenus dans les quartz du Roannais,* t. LXXXV, p. 715. Lettre à M. Dumas, à la suite d'une mission dans le Roannais confiée par l'Académie à M. Renault.

1878.

N° 25. — *Structure des Lépidodendrons (Lepidodendron rhodumnense),* t. LXXXVI, p. 1467.

N° 26. — *Structure de la tige des Sigillaires,* t. LXXXVII, p. 114.

N° 27. — *Structure comparée des Lépidodendrons et des Sigillaires,* t. LXXXVII, p. 414.

N° 28. — *Structure et affinités des Cordaïtes,* t. LXXXVII, p. 538.

1879.

N° 29. — *Sur une nouvelle famille de tiges fossiles silicifiées de l'époque houillère, les Poroxylées,* t. LXXXVIII, p. 34.

1880.

N° 30. — *Sur une nouvelle espèce de Poroxylon,* t. XCI, p. 860.

1881.

N° 31. — *Sur les Sphenozamites (Sphenozamites Rochei),* nouvelle espèce de Cycadée permienne, t. XCII, p. 1166.

1882.

N° 32. — *Sur les Astérophyllites*, t. XCIV, p. 463.

N° 33. — *Sur les pétioles des Alethopteris*, t. XCIV, p. 1737.

1883.

N° 34. — *Sur l'existence du genre Todea dans les terrains jurassiques*, t. XCVI, p. 128.

N° 35. — *Sur la présence des Gnétacées dans le terrain houiller de Rive-de-Gier*, t. XCVI, p. 660.

N° 36. — *Note pour servir à l'histoire de la formation de la houille*, t. XCVII, p. 531.

N° 37. — *Sur l'organisation du faisceau foliaire des Sphenophyllum*, t. XCVII, p. 649.

N° 38. — *Deuxième note pour servir à l'histoire de la formation de la houille*, t. XCVII, p. 1019.

N° 39. — *Troisième note pour servir à l'histoire de la formation de la houille*, genre *Arthropitus*, t. XCVII, p. 1439.

1884.

N° 40. — *Sur un nouveau genre de Fossiles* (2 figures intercalées dans le texte), en collaboration avec M. Zeiller, t. XCVIII, p. 1391.

N° 41. — *Sur un nouveau genre de graines du terrain houiller supérieur*, en collaboration avec M. Zeiller, t. XCIX, p. 56.

N° 42. — *Quatrième note pour servir à l'histoire de la formation de la houille*, (galets de houille intercalés dans les bancs de grès houiller et dans la houille même), t. XCIX, p. 200.

N° 43. — *Sur l'existence d'Astérophyllites phanérogames*, en collaboration avec M. Zeiller, t. XCIX, p. 1133.

1885.

N° 44 — ***Sur un Equisetum du terrain houiller supérieur de Commentry,*** en collaboration avec M. Zeiller, t. C, p. 71.

N° 45. — ***Sur un nouveau type de Cordaïtée,*** en collaboration avec M. Zeiller, t. C, 23 mars 1885.

N° 46. — ***Sur des Mousses de l'époque houillère,*** en collaboration avec M. Zeiller, t. C, p. 660.

N° 47. — ***Grilletia spherospermi, Chytridinée fossile du terrain houiller supérieur,*** en collaboration avec M. C.-E. Bertrand, t. C, p. 1306.

N° 48. — ***Sur les fructifications des Sigillaires,*** t. CI, p. 1176.

1886.

N° 49. — ***Sur des troncs de Fougères fossiles du terrain houiller supérieur,*** en collaboration avec M. Zeiller, t. CII, p. 64.

N° 50. — ***Sur les racines des Calamodendrées,*** t. CII, p. 227.

N° 51. — ***Sur quelques Cycadées houillères,*** en collaboration avec M. Zeiller, t. CII, p. 325.

N° 52. — ***Sur les fructifications des Calamodendrons,*** t. CII, p. 634.

N° 53. — ***Sur le Sigillaria Menardi,*** t. CII, p. 707. Voir n° 104.

N° 54. — ***Sur la caractéristique de la tige des Poroxylons,*** en collaboration avec M. C.-E. Bertrand, t. CII, p. 1125.

N° 55. — ***Remarques sur les faisceaux foliaires des Cycadées actuelles et sur la signification morphologique des tissus des faisceaux unipolaires diploxylés,*** en collaboration avec M. C.-E. Bertrand, t. CII, p. 1184.

N° 56. — ***Sur le genre Bornia,*** t. CII, p. 1347.

N° 57. — ***Sur les fructifications des Arthropitus et des Bornia,*** t. CII, p. 1410.

N° 58. — *Remarques sur le Poroxylon stephanense*, en collaboration avec M. C.-E. Bertrand, t. CIII, p. 765.

N° 59. — *Nouvelles remarques sur la tige des Poroxylons, Gymnospermes fossiles de l'époque houillère*, en collabration avec M. C.-E. Bertrand, t. CIII, p. 820.

1887.

N° 60. — *Sur les cicatrices des Syringodendrons*, t. CV, p. 767. Voir n° 104.

N° 61. — *Sur les Stigmarhizomes*, t. CV, p. 890.

N° 62. — *Sur l'organisation comparée des feuilles des Sigillaires et des Lépidodendrons*, t. CV, p. 1087.

1888.

N° 63. — *Sur l'attribution des genres Fayolia et Palaeoxyris*, en collaboration avec M. Zeiller, t. CVII, p. 1022.

1889.

N° 64. — *Sur un nouveau genre fossile de tige cycadéenne*, genre *Ptychoxylon*, t. CIX, p. 1073.

N° 65. — *Sur les feuilles de Lepidodendron*, t. CIX, p. 41.

1890.

N° 66. — *Sur une Lycopodiacée houillère (Lycopodiopsis Derbyi)*, t. CX, p. 809.

1892.

N° 67. — *Sur une Algue permienne à structure conservée formant le Boghead d'Autun*, le *Pila bibractensis*, t. CXV, p. 298, en collaboration avec M. C.-E. Bertrand.

N° 68. — *Sur un nouveau genre de tige permo-carbonifère*, le genre *Retinodendron*, t. CXV, p. 339.

1893.

N° 69. — *Caractères généraux des Bogheads à algues*, avec la collaboration de M. C.-E. Bertrand, t. CXVII, p. 593.

1894.

N° 70. — *Sur quelques parasites des Lépidodendrons du Culm, Arthroon Rochei*, (œufs d'insectes fossiles), t. CXVIII, p. 365.

N° 71. — *Sur le Cedroxylon varollense*, en collaboration avec M. Roche, t. CXVIII, p. 610.

N° 72. — *Sur le Pterophyllum Cambrayi du terrain houiller supérieur*, t. CXIII, p. 671.

N° 73. — *Sur une Bactérie coprophile de l'époque permienne*, en collaboration avec M. C.-E. Bertrand, t. CXIX, p. 377.

N° 74. — *Sur un mode de déhiscence curieux de pollen de Dolerophyllum*, genre fossile du terrain houiller supérieur, t. CXIX. p. 1239.

1895.

N° 75. — *Sur quelques Bactéries du Dinantien (Culm)*, t. CXX, p. 162. Voir n° 163.

N° 76. — *Sur quelques microcoques du Stéphanien*, t. CXX, p. 217. Voir n° 163.

MÉMOIRES INSÉRÉS DANS DIVERS RECUEILS

RECUEIL DES MÉMOIRES
DES SAVANTS ÉTRANGERS A L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Nº 77. — **1º Étude du Sigillaria spinulosa,** t. XXII, nº 91 ; 22 pages, 6 planches gravées.

Cette étude comprend l'organisation de la tige, de l'écorce, des cordons foliaires et des rhizomes de cette Sigillaire.

Le *Sigillaria* (*Leiodermaria*) *spinulosa* est la deuxième Sigillaire portant des *cicatrices déterminables* qui ait été décrite. La première, le *Sigillaria elegans* (*S. Menardi*), a été observée et illustrée par M. A. Brongniart en 1846, dans les Archives du Muséum, t. I, p. 406. Ces Sigillaires appartiennent à deux genres différents : le genre *Leiodermaria* et le genre *Clathraria* formant la sous-famille des Sigillaires à écorce lisse; leur étude a fixé les idées sur la structure des Sigillaires appartenant à cette section.

Nº 78. — **2º Étude du genre Myelopteris;** 28 pages, 6 planches gravées.

Le genre *Myelopteris* a été regardé par Gœppert comme une plante *prototype* présentant *réunis* les caractères des Fougères, des Monocotylédones et des Gymnospermes [1]. L'examen de nombreux échantillons silicifiés recueillis aux environs d'Autun, nous a amené à conclure que les pétioles de *Myelopteris* ne pouvaient être rapprochés des tiges de *Yucca*, *Dracæna*, ou autres genres de Monocotylédones comme le prétendait Gœppert.

1. *Die fossile Flora permischen Formation,* 1864-1865.

On ne peut pas davantage les regarder comme des pétioles de Cycadées vivantes ou fossiles.

Que ce qui est à peu près certain, c'est que ce sont des pétioles de Fougères ayant eu le mode de croissance et le port actuel de nos *Angiopteris*, dont cependant elles diffèrent, à certains égards, par une structure plus compliquée. On peut les considérer comme ayant formé un genre d'une grande importance à l'époque carbonifère, appartenant à la famille des Marattiées mais actuellement complètement perdu. Ces conclusions que nous avons formulées en 1875 ont été confirmées par nous, plus tard, par la découverte de pinnules d'*Alethopteris aquilina*, d'*Alethopteris Grandini* encore fixées à des frondes de *Myelopteris*. [1]

ANNALES DES SCIENCES NATURELLES

(BOTANIQUE)

1868.

N° 79. — ***Sur un pétiole de Fougère fossile du terrain houiller supérieur d'Autun, l'Anachoropteris pulchra;*** 5 pages 1 planche. 5e série, t. IX, 2e cahier, p. 282.

1869.

N° 80. — ***Sur quelques végétaux silicifiés d'Autun. Étude de la tige et des pétioles des Zygopteris;*** 30 pages, 12 planches. 5e série, t. XII, p. 161.

Dans ce mémoire nous avons étudié : 1° la tige des *Zygopteris* qui n'était pas encore connue, et décrit les espèces nouvelles suivantes : *Zygopteris elliptica*, *Z. Lacattei*, *Z. bibractensis*, *Z. Brongniarti*.

1. Renault, *Cours de Botanique fossile*, 3e année, p. 156, pl. 27.

Nº 81. — 2º Nous avons fait connaître l'organisation des tiges d'*Anachoropteris* qui était également ignorée, en prenant comme exemple l'*A. Decaisnei.*

Nº 82. — 3º Nous avons décrit deux nouvelles espèces d'*Heterangium* : l'*H. punctatum;* l'*H. Renaulti.* Le genre *Heterangium* est des plus intéressants, car la tige offre au centre l'organisation des *Lycopodium*, et présente à la périphérie une couche de bois secondaire disposée en lames rayonnantes comme celle des Gymnospermes.

1873.

Recherches sur l'organisation des Sphenophyllum et des Annularia. 5e série, t. XVIII; 22 pages, 10 planches.

Présenté à l'Académie des sciences par M. Brongniart le 30 *mai* 1870. Voir *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1158. Le manuscrit et les dessins de ce mémoire ayant été perdus pendant le siège de Paris, ont dû être refaits d'après les préparations qui avaient été conservées; la publication de ce travail s'est ainsi trouvée retardée, mais les faits principaux sont consignés dans la note des *Comptes rendus* et en établissent la date. Voir nos 7 et 8.

Nº 83. — Le travail est divisé en deux parties.

Dans la première nous avons fait connaître la structure de la tige, des rameaux et des feuilles de ce genre curieux, en prenant, comme exemple, des échantillons provenant du bassin d'Autun et de Saint-Étienne qui portaient encore leurs feuilles. Nous avons démontré que le centre de la tige est occupé par un cylindre vasculaire de bois centripète (voir fig. 1, pl. II), composé de trois faisceaux bi-centres soudés intérieurement par leur face ventrale; extérieurement à ce cylindre se trouve une couche de gros tubes ponctués, disposés en cercles concentriques à accroissement centrifuge, le tout recouvert par une écorce épaisse, résistante, formée d'assises parenchymateuses, subéreuses et hypodermiques. L'espèce nouvelle que nous avons désignée sous le nom de *Sphenophyllum stephanense* et qui était munie de ses feuilles a permis

d'établir l'identité spécifique de diverses tiges ou rameaux rencontrés dans les gisements cités plus haut. C'était la première fois que l'on donnait une description détaillée de ces plantes intéressantes à plus d'un titre.

N° 84. — Dans la seconde partie, nous avons étudié l'organisation des tiges d'*Annularia* et de leurs fructifications.

Ces dernières sont spiciformes, contiennent des verticilles de bractées stériles, alternant avec des sporangiophores insérés au milieu de l'intervalle de deux verticilles stériles ; dans les sporanges disposés par quatre autour de chaque sporangiophore, se trouvent des spores de deux sortes, microspores au sommet, macrospores à la base de l'épi. La tige est creuse, le cylindre ligneux peu développé, muni de lacunes comme celui des Prôles, complètement différent, par conséquent, du bois des *Sphenophyllum* avec lesquels, en Angleterre, on a souvent confondu les tiges d'Astérophyllites.

1875.

N° 85. — ***Recherches sur les végétaux silicifiés d'Autun et de Saint-Étienne.*** — Étude du genre ***Botryopteris;*** 21 pages, 6 planches. 6e série, vol. 1, p. 220.

Ce mémoire contient la description des tige, pétioles, racines, fructifications, d'un nouveau genre, le G. *Botryopteris*. Deux espèces : le *B. augustodunensis* et le *B. forensis* ont servi à fixer les caractères de ce genre, remarquable par le cylindre ligneux de la tige qui est simple, circulaire, à accroissement centripète ; par la forme du faisceau vasculaire des pétioles dont la section est celle de la lettre grecque ω, par ses fructifications résultant de l'agglomération de nombreux sporanges piriformes, pédicellés qui contiennent deux sortes de spores.

Comme nous l'avons démontré plus tard, à côté du genre *Botryopteris*, viennent se grouper les genres *Zygopteris, Grammatopteris, Diplolabis, Schizopteris, Clepsydropsis?* et l'ensemble forme une Famille naturelle que nous avons désignée sous le nom de *Famille des Botryoptéridées*.

1876.

N° 86. — ***Recherches sur les fructifications de quelques végétaux provenant des gisements silicifiés d'Autun et de Saint-Étienne.*** 6e série, t. III, p. 5; 24 pages, 4 planches.

Nous donnons dans ce travail la description des fructifications des *Zygopteris*. Ces fructifications se rapprochent beaucoup de celles des *Botryopteris* et des *Schizopteris;* ces genres rentrent donc naturellement dans une même famille, celle des *Botryoptéridées*.

N° 87. — La deuxième partie de ce mémoire renferme des détails sur la structure de quatre espèces nouvelles se rapportant à trois types différents.

1° Le *Bruckmannia Grand'Euryi* et le *Br. Decaisnei*, plus élevés en organisation que les fructifications des *Annularia*, représentent sans doute les fructifications de certaines espèces d'*Arthropitus*.

2° Le *Volkmannia gracilis* appartient aux Astérophyllites. La structure de la tige est absolument différente de celle des *Sphenophyllum*, comme l'ont avancé quelques savants paléontologistes anglais.

Cet épi possède des verticilles stériles alternant avec des sporangiophores; mais les sporangiophores, au lieu d'être insérés au milieu de l'intervalle qui sépare deux verticilles stériles, comme cela se voit chez les *Annularia*, partent de l'aisselle de ces bractées. Les sporanges groupés par quatre renferment des microspores au sommet et des macrospores à la base de l'épi.

3° Un fragment de fructification, ne présentant que des verticilles fertiles supportant des sacs contenant de gros grains (prépollinies), semble pouvoir être rapporté au genre *Macrostachya*. Ce type d'épi était complètement nouveau et n'a pas été rencontré depuis.

1876.

N° 88. — ***Nouvelles recherches sur la structure des Sphenophyllum et sur leurs affinités botaniques.*** 6e série, t. IV, p. 276; 35 pages, 3 planches.

Dans ces nouvelles recherches : 1° nous donnons la description d'une nouvelle espèce de *Sphenophyllum*, le *Sp. quadrifidum;* 2° établissons, par des considérations tirées de l'organisation des feuilles, l'identité de certaines tiges de *Sphenophyllum* connues à l'état d'empreinte et à l'état silicifié; 3° confirmons la structure déjà signalée dans nos descriptions antérieures pour le bois et l'écorce; 4° faisons connaître pour la première fois l'anatomie des racines; 5° enfin nous étudions un fragment d'épi renfermant des macrosporanges et des microsporanges.

La conclusion de ces nouvelles recherches est que les *Sphenophyllum*, tout en se rapprochant un peu des Salviniées, constituent un type sans analogue dans le monde vivant.

1883.

N° 89. — ***Considérations sur les rapports des Lépidodendrons, des Sigillaires et des Stigmaria.*** 6e série, t. XV; 32 pages, 1 planche.

Nous rappellerons seulement quelques conclusions contenues dans ce mémoire, écrit en vue de réfuter les critiques émises par MM. Williamson et Hartog, *Annales sciences nat.* (botanique), 6e série, juillet 1882, au sujet de nos opinions sur les distinctions que l'on doit faire entre les Lépidodendrons et les Sigillaires.

1° Les faisceaux vasculaires figurés par MM. Williamson et Hartog sont des faisceaux tricentres mal conservés. Ce sont des faisceaux de racines.

2° Les faisceaux monocentres, également figurés par les mêmes auteurs, sont des faisceaux foliaires et non des faisceaux de racines.

3° Les organes à faisceaux tricentres et à faisceaux monocentres ont existé simultanément dans la région moyenne des *Stigmaria-rhizomes.*

4° Les organes à faisceau unique tricentre existaient seuls sur la partie postérieure de ces *Stigmaria*.

5° Les organes à faisceau unique monocentre existaient seuls sur leur partie antérieure.

6° Les *Stigmaria* décrits par MM. Brongniart, Hooker et par nous-même, sont bien des *rhizomes*. [1]

7° Les Sigillaires à écorce lisse, *déterminées* par leurs cicatrices, présentent un certain nombre de caractères phanérogamiques qui les rapprochent des Gymnospermes.

8° Les *Lepidophloios* et les Lépidodendrons, *déterminés* par leurs cicatrices, possèdent au contraire des caractères cryptogamiques qui les rattachent aux Cryptogames et particulièrement aux Lycopodiacées.

9° Il est impossible de confondre dans un même groupe les Lépidodendrons et les Sigillaires, comme le font les auteurs anglais.

ANNALES DES SCIENCES NATURELLES

(GÉOLOGIE)

1882.

N° 90. — ***Études sur les Stigmaria, rhizomes et racines des Sigillaires,*** t. XII, art. n° 1, 1881-1882 ; 51 pages, 3 planches.

Dans ce mémoire, nous rappelons les opinions de divers savants : Brongniart, Gœppert, Schimper, Hooker, Williamson, etc., sur la nature morphologique des *Stigmaria ;* les uns les considèrent comme des racines de Sigillaires, les autres comme des rhizomes.

1. Dans la Flore fossile du Bassin houiller d'Autun et d'Épinac, nous faisons connaître, avec tous les développements nécessaires, la structure d'un *Stigmaria* portant des *cicatrices caractéristiques* et offrant *exactement la structure* de la tige d'une Sigillaire à écorce lisse. Nous avons rapporté ce rhizome au *Sigillaria Brardi.*

Nous donnons la description de *Stigmaria* provenant de Falkenberg (comté de Glatz), de Manchester et d'Autun, tous renferment une couche épaisse de bois secondaire. Ceux de Falkenberg et de Manchester présentent à peine des traces de bois primaire; ceux d'Autun, au contraire, en contiennent une proportion notable.

Nous insistons sur la structure des faisceaux vasculaires qui se rendent dans les appendices cylindriques si caractéristiques des *Stigmaria;* nous démontrons que : les uns présentent une section triangulaire de faisceau tricentre (voir fig. 14, pl. III), chacun des sommets étant à tour de rôle le point de départ de radicelles plus petites, par conséquent, que ces faisceaux sont bien des faisceaux de racines et non des faisceaux de feuilles; les autres, au contraire (fig. 13, pl. III), sont constitués par deux sortes de bois : l'un, primaire, centripète, dont les éléments constituants sont disposés sans ordre; l'autre, secondaire, centrifuge, formé par des trachéides disposées en séries rayonnantes. En coupe transversale, ces cordons vasculaires ont exactement la constitution des cordons *foliaires* contenus dans la tige des Sigillaires à écorce lisse (fig. 7, pl. III); nous en avons conclu que les appendices dans lesquels se rendaient ces cordons, étaient des *feuilles* modifiées par suite de leur séjour dans l'eau.

La présence de ces deux sortes d'appendices sur les mêmes fragments, nous a amené à admettre que certains *Stigmaria* étaient des rhizomes ou Stigmarhizomes.

Nous décrivons ensuite un fragment de *Stigmaria* que nous regardons comme une racine, offrant une masse de bois primaire centripète au centre, du bois secondaire centrifuge à l'extérieur, et constituant une vraie racine de Sigillaire ou Stigmarhize.

1885.

N° 91. — *Recherches sur les végétaux fossiles du genre Astromyelon*, t. XVII; 34 pages, 3 planches.

Le genre *Astromyelon*, créé par M. Williamson, contient des plantes qui, en section transversale, montrent un cylindre ligneux formé de coins de bois secondaire très distincts, issus d'une zone cambiale extérieure;

mais offrant cette particularité de présenter, à leur extrémité interne, un faisceau de bois centripète triangulaire dont la pointe est engagée dans l'extrémité du coin ligneux secondaire ; l'écorce contient un cercle de lacunes limitées par des bandes cellulaires rayonnantes. M. Williamson a rapproché les *Astromyelon* des Marsiliacées !

Nous avons rencontré des représentants de ce genre dans divers gisements. Nous faisons connaître trois espèces nouvelles trouvées à Autun, ce sont : l'*Astromyelon augustodunense, A. reticulatum, A. nodosum,* et une quatrième rencontrée à Grand'Croix près Saint-Étienne, l'*Astromyelon dadoxylinum.* La conservation était assez bonne pour que nous ayons pu faire l'anatomie complète de la moelle, du bois, du liber, de l'écorce, etc.

Nous avons fait ressortir, dans ce mémoire, l'analogie de structure des *Astromyelon* avec certains *Arthropitus,* tels que l'*A. bistriata,* l'*A. communis.* [1]

SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE NORMANDIE

1887.

N° 92. — ***Note sur le Clathropodium Morieri (Bulletin de la Société linnéenne de Normandie)***, brochure ; 11 p., 2 planches ; 4e série, 1er volume.

Dans cette note, nous donnons la description d'une nouvelle espèce de tige cycadéenne des terrains jurassiques de Purbeck, dans l'île de Portland. Cette description comprend l'étude de la moelle, du cylindre

1. Depuis ce travail, nous avons établi que les *Astromyelon* étaient les racines adventives des *Arthropitus bistriata, A. medullata,* etc. Voir n° 96.

ligneux, de l'écorce et des cicatrices laissées par la chute des frondes, ainsi que l'examen des cylindres surnuméraires produits par les nombreux bourgeons adventifs qui caractérisent cette espèce.

SOCIÉTÉ ÉDUENNE

1873.

N° 93. — ***Mémoire sur le Dictyoxylon et sur ses attributions spécifiques,*** en collaboration avec M. Grand'Eury. Nouvelle série, t. II; 11 p.

Dans cette note, nous démontrons que les fragments silicifiés connus sous le nom de *Dictyoxylon*, Brongniart, ne sont autre chose que des fragments d'écorces de Sigillaires, *S. spinulosa*, *S. denudata*, *S. lepidodendrifolia*, etc.

1878.

N° 94. — ***Recherches sur les végétaux silicifiés d'Autun et de Saint-Étienne,*** 1 vol., 216 p., 30 planches.

Dans ce volume, nous avons refondu et coordonné les différentes notes ou mémoires parus dans les Comptes rendus de l'Institut et les *Annales des sciences naturelles* (Botanique), sur les *Annularia*, les Astérophyllites, la famille des Botryoptéridées comprenant seulement, à cette époque, les genres *Zygopteris* et *Botryopteris;* sur les tiges et pétioles des *Anachoropteris*, les *Heterangium punctatum, Renaulti.* Enfin sur différentes espèces de *Sphenophyllum*, *Sph. bifidum*, *stephanense*, *quadrifidum*, dont nous examinons l'écorce, le système ligneux de la tige et des racines et les fructifications.

30 planches lithographiées accompagnent cette étude.

SOCIÉTÉ D'HISTOIRE NATURELLE

DE SAONE-ET-LOIRE

1883.

N° 95. — ***Note pour servir à l'histoire de la formation de la Houille;*** 10 pages.

1885.

N° 96. — ***Nouvelles recherches sur le genre Astromyelon;*** 14 pages.

Dans ce nouveau travail, relatif aux *Astromyelon*, nous revenons sur leur organisation en ajoutant de nouveaux détails, et nous établissons leurs relations directes avec certains membres de la famille des Calamodendrées. Voici les principales conclusions de ce travail :

A/ Le genre *Astromyelon* caractérisé : 1° par une large moelle; 2° par l'absence à l'extrémité des coins ligneux de lacunes qui sont remplacées, chacune, par un faisceau de bois primaire centripète; 3° par l'absence d'articulations et de diaphragmes; 4° par une écorce épaisse creusée de lacunes aériennes disposées en cercle, représente les *racines adventives* des plantes rangées dans la famille des Calamodendrées.

B/ L'*Astromyelon dadoxylinum* chez qui on observe : 1° une moelle à contour étoilé, n'envoyant pas de prolongements entre les coins ligneux; 2° un bois secondaire formé de trachéides ponctuées et réticulées; 3° une écorce lacuneuse, un liège et une cuticule fortement épaissis, peut être pris comme type des racines de la section des Calamodendrons et représente les racines adventives du *Calamodendron congenium*.

C/ L'*Astromyelon augustodunense* possédant : 1° une moelle à contour étoilé, mais envoyant des prolongements très distincts entre les coins ligneux; 2° un bois formé de trachéides rayées; 3° une écorce lacuneuse,

recouverte d'une couche de liège, cannelée extérieurement, peut être pris comme type des racines adventives de la section des *Arthropitus* et représente les racines de l'*A. bistriata*.

D/ Comme conséquence finale, le genre *Astromyelon* est destiné à disparaitre.

E/ Les Calamodendrons, les *Arthropitus* doivent être rangés, d'après un certain nombre de paléontologistes, parmi les Cryptogames, malgré le développement considérable du bois secondaire de leur tige. Si cette attribution était exacte, il faudrait admettre que les Cryptogames équisétiformes de l'époque houillère possédaient non seulement des tiges à bois secondaire augmentant indéfiniment par l'action continue d'une assise cambiale, mais encore des racines adventives *s'accroissant* en diamètre par le fonctionnement d'une assise semblable.

Jusqu'ici aucune cryptogame vivante n'a été rencontrée avec une couche génératrice produisant du bois secondaire autour du bois primaire des racines.

Dans notre travail sur le Bassin houiller d'Autun et d'Épinac, nous avons comparé certains *Astromyelon*, mais avec?, à des stolons, parce que les centres trachéens du bois primaire centripète ne se trouvent pas placés entre les coins ligneux de bois secondaire, en face des rayons médullaires qui les séparent, mais enclavés dans l'extrémité de ces mêmes coins ligneux; il suffirait que le bois centripète, d'ailleurs peu développé, fût remplacé par une lacune pour que l'on eût un coin ligneux sembable à celui des tiges mais non articulé.

1887.

N° 97. — ***Sur le genre Ætheotesta,*** Brongniart; 6 pages, 1 planche.

Dans cette note nous faisons connaitre une nouvelle espèce d'*Ætheotesta*, l'*Æ. elliptica;* nous y exposons la structure des téguments de la graine, de la chambre pollinique, etc.... et appelons l'attention sur des grains de pollen (prépollinies), qui y sont contenus; ces grains, d'une taille extraordinaire, sont ellipsoïdaux, mesurent suivant le grand axe 320 μ à 400 μ et 270 à 310 μ suivant le petit; l'intérieur de ces grains est occupé par un assez grand nombre de cellules. Pl. VI, fig. 4, 5, 6, 7 de cette notice.

Depuis la publication de cette note nous avons pu rattacher le genre *Ætheotesta* au genre *Dolerophyllum*, grâce à l'organisation toute spéciale de ces grains de pollen qui se retrouvent dans les fructifications mâles des *Dolerophyllum;* les graines formant le genre *Ætheotesta* appartiennent donc aux *Dolerophyllum*. (*Flore du bassin houiller d'Autun et d'Épinac*. Voir n° 152.)

SOCIÉTÉ BOTANIQUE DE FRANCE

1870.

N° 98. — ***Notice sur les gisements de végétaux silicifiés de la partie supérieure du terrain houiller d'Autun.*** Session d'Autun, juin 1870; 4 pages.

1871.

N° 99. — ***Note sur les fructifications des Calamodendrons;*** 4 pages.

ANNALES DES MINES

N° 100. — ***Sur les galets de houille du terrain houiller de Commentry.*** (*Bulletin*, mai, juin 1884.)

SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

1888-1890.

N° 101. — ***Études sur le terrain houiller de Commentry.*** (*Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, 3e série, t. II, 2e livraison.) 1 volume, 746 pages, accompagné d'un atlas contenant 75 planches. [1]

1. La Société de l'Industrie minérale nous a décerné une médaille d'or au sujet de ce travail.

La première partie traitant des Corps d'affinités problématiques des Mousses et des Fougères, a été rédigée par M. Zeiller. La deuxième, dont nous nous sommes chargé, contient : 1° l'étude des Calamariées appartenant aux genres *Calamites, Equisetum, Annularia, Asterophyllites, Macrostachya;* 2° celle des Calamodendrées comprenant les genres *Arthropitus, Calamodendron, Calamodendrostachys;* 3° celle des Sphénophyllées; 4° des Lépidodendrées; 5° des Sigillariées; 6° des Dolérophyllées; 7° des Cordaïtées; 8° des Cycadées; 9° des Conifères; 10° d'un assez grand nombre de genres et d'epèces nouvelles de graines qu'il serait trop long d'énumérer. Nous avons consacré un chapitre spécial à l'examen de la Houille organisée, au rôle des plantes dans la formation de la Houille et aux conditions de dépôt des matériaux qui ont formé ce combustible. Nous ne citerons que les conclusions qui terminent ce dernier chapitre :

1° A l'époque de la formation du terrain houiller, les réactions subies par les matières végétales ne les amenaient pas nécessairement à un même état de composition chimique, puisque les galets de houille nous ont conservé ces matières à des degrés divers d'altération.

2° Que cependant, à cette époque plus qu'à toute autre, la macération provoquée par les organismes inférieurs produisaient assez rapidement ces altérations, puisque un bassin houiller de petite étendue, comme celui de Commentry, pouvait contenir, dans certaines régions, de la Houille à peu près faite (celle qui a produit les galets), tandis que, dans d'autres parties, les plantes devant former la Houille étaient seulement en voie de se déposer. Il y avait donc de la houille sur les bords, capable de fournir les galets qui ont été transportés dans d'autres régions du bassin encore en formation.

3° Que la houillification semble comprendre deux opérations distinctes et successives : la première, purement chimique, dans laquelle les tissus végétaux, ou leurs *dérivés,* prennent une composition variable de moins en moins riche en hydrogène et en oxygène, et de plus en plus riche en carbone; la seconde, simplement mécanique, qui en comprimant et desséchant les produits ainsi modifiés, dans des *argiles ou des sables perméables,* leur fait acquérir les propriétés physiques que nous reconnaissons aux différentes espèces de Houille.

4° Que les propriétés chimiques et physiques de la Houille dépendent,

entre certaines limites, de la nature chimique et physique des tissus végétaux d'où elle dérive, puisque les tissus végétaux dissemblables, bois, écorce, liège, donnent des houilles présentant de légers écarts dans leur composition et se conduisant, à la distillation, d'une façon différente.

5° Que d'après l'étude anatomique des tissus d'un très grand nombre de plantes houillères, ce sont les cuticules des feuilles et des rameaux, les bois et surtout les assises subéreuses et prosenchymateuses des écorces qui ont dû concourir à la formation de cette substance.

6° Que l'on peut passer de la formule de la cellulose ou de ses isomères à celle d'une houille faite et définie, par simple élimination d'acide carbonique et d'hydrogène carboné. Si cette élimination a été complète dès l'origine, elle a fourni alors une Houille à composition stable ; si l'élimination, au contraire, est restée incomplète, elle a donné naissance à une houille imparfaite et grisouteuse.

N° 102. — Dans la troisième partie, en collaboration avec M. Zeiller :

A la suite de l'examen des plantes fossiles trouvées dans le bassin houiller de Commentry, nous sommes amené à placer les couches de ce bassin, tout au moins celles de sa région moyenne et supérieure, au sommet du terrain houiller supérieur, dans l'étage des Calamodendrées tel que l'a défini M. Grand'Eury. [1]

1893.

N° 103. — ***Note sur la formation schisteuse et le Boghead d'Autun***, en collaboration avec M. C.-E. Bertrand; 55 pages, 2 planches. 3e série, t. VII.

Dans ce travail, nous examinons successivement les trois étages qui composent le terrain permien d'Autun : celui de Millery à la partie supérieure, celui de la Comaille ou de la grande couche au milieu, enfin celui d'Igornay à la base.

1. *Flore carbonifère du département de la Loire*, p. 499.

Dans l'étage de Millery, qui contient la couche de Boghead exploitée, les *Pilas* ou algues du Boghead, sont extrêmement abondants, non seulement dans la couche principale, mais dans les différents lits de faux-boghead; nous les avons rencontrés en petite quantité dans les schistes situés à soixante mètres au-dessus du Boghead.

Le deuxième étage contient la grande couche de schiste qui est la plus généralement exploitée; il renferme également, disséminées en faibles proportions, les algues du Boghead, mais en outre, dans certaines localités, à Muse par exemple, une espèce plus petite que nous avons désignée sous le nom de *Pila minor*.

Les cinq bancs qui constituent l'étage d'Igornay renferment le *Pila bibractensis* et le *Pila minor*.

Les conclusions que nous avons tirées de ce travail sont :

1° Les *Pila bibractensis* existent dans toute l'épaisseur du bassin permien d'Autun.

2° On peut admettre que les produits bitumineux extraits par distillation du Boghead proviennent presque uniquement de la décomposition, par la chaleur, de thalles d'algues gélatineuses, amenés par le travail de la houillification à présenter la composition exprimée par la formule brute $C^{15} H^{20}$.

3° Que les schistes d'Autun[1] doivent leur richesse à la présence de poussières végétales houillifiées indéterminables, souvent, à cause de leur petitesse, de spores, de grains de pollen divers, d'un assez grand nombre de thalles de Pilas et à un mucilage, provenant de la gélose des thalles. Cette richesse est proportionnée à leur abondance au milieu de la masse de substance inorganique qui s'est déposée en même temps que la matière végétale.

1. Dans les schistes de Saint-Hilaire, de Buxière (Allier), le mucilage houillifié provient, en grande partie, de matières animales.

SOCIÉTÉ D'HISTOIRE NATURELLE D'AUTUN

Premier Bulletin

1888.

N° 104. — ***I. Notice sur les Sigillaires;*** 80 pages 4 planches.

Dans ce travail nous nous sommes étendu plus particulièrement sur l'organisation, la composition du faisceau vasculaire des feuilles, en le suivant depuis son origine à l'intérieur du bois centripète, jusqu'à la surface, en montrant qu'il est diploxylé dans tout son parcours, mais qu'il se dépouille de son bois centrifuge à la sortie de la tige et en pénétrant dans la feuille.

Nous avons déterminé la nature des deux arcs latéraux caractéristiques des cicatrices des Sigillaires qui accompagnent toujours le cordon foliaire, et montré qu'ils représentaient des organes sécréteurs qui prenaient un développement énorme dans les écorces des vieilles tiges (Syringodendrons).

Nous avons donné l'anatomie détaillée des feuilles de Sigillaires et établi que le faisceau vasculaire qui les parcourt, se réduisait à la portion primaire ou centripète, la portion centrifuge étant remplacée par une gaine de cellules vasiformes.

La structure du *Clathraria Menardi* (*Sigillaria elegans* de Brongniart), a de nouveau été étudiée dans ce travail, et il en ressort cette conclusion importante que la Sigillaire décrite par Brongniart est une Sigillaire à *écorce lisse* et non une Sigillaire *cannelée*.

Plusieurs *Sigillariostrobus* mâles y sont décrits, ainsi qu'un *Stigmaria* offrant la structure d'une Sigillaire à écorce lisse, ce qui démontre que les Sigillaires ont pu vivre sous forme de rhizomes indépendants.

N° 105. — ***II. Structure de l'Arthropitus gigas (Calamites gigas*** de Brongniart).

Étude confirmant cette opinion que beaucoup de Calamites, décrites comme telles à l'état d'empreinte, rentrent dans le genre *Arthropitus*.

Deuxième Bulletin

1889.

N° 106. — *I. Étude sur les Poroxylons,* en collaboration avec M. C.-E. Bertrand; 56 pages, 48 figures dans le texte.

Nous ne reproduisons ici que les conclusions de ce travail.

Les Poroxylons constituent un type fossile très tranché, sans représentants dans la nature actuelle. Ce sont des Phanérogames gymnospermes inférieures, plus voisines des Cryptogames centradesmides (à bois centripète radié) que nos Cycadées, mais supérieures aux Sigillaires, aux *Sigillariopsis,* aux *Lyginodendron* et aux *Heterangium.* Ils n'ont aucun rapport avec les Fougères.

N° 107. — *II. Note sur les gisements silicifiés d'Esnost.*

Nous indiquons les restes de végétaux fossiles que renferment ces gisements et qui fixent leur âge, tels que : les tiges de *Bornia,* les frondes de *Cardiopteris polymorpha,* les rameaux de *Lepidodendron* presque identiques à ceux du *L. rhodumnense,* recueillis dans le Culm du Roannais.

N° 108. — *III. Note sur les causes qui ont favorisé l'extension des Cryptogames vasculaires et des Gymnospermes aux époques primaires, et arrêté ou empêché celles des Dicotylédones angiospermes.* Nous revenons plus loin, n° 164, sur cette question intéressante.

Troisième Bulletin

1890.

N° 109. — *I. Notice sur une Lycopodiacée arborescente du terrain houiller du Brésil,* le *Lycopodiopsis Derbyi;* 17 pages, 1 planche.

Ce travail contient la description d'un genre nouveau arborescent, rentrant dans la famille des Lycopodiacées. Le *Lycopodiopsis Derbyi* offre l'exemple d'un type fossile dont l'organisation rappelle celle de certains *Lycopodium* vivants. Le bois est formé de faisceaux vasculaires centripètes isolés, comme dans le *Lycopodium pachystachyum,* mais l'écorce présente une assise subéreuse, en réseau, comparable à celle des Lycopodiacées

houillères; elle est munie extérieurement de cicatrices de forme particulière, différentes de celles des Lépidodendrons et des Sigillaires. A la partie supérieure du terrain houiller il existait donc déjà des plantes voisines de nos *Lycopodium* actuels, mais atteignant une taille beaucoup plus considérable.

N° 110. — *II. Communication concernant l'organisation des plantes constituant le nouveau genre Ptychoxylon du terrain houiller supérieur d'Autun.*

Ces plantes rentrent dans la classe des Cycadées, et sont caractérisées par la disposition du système ligneux composé de plusieurs cylindres concentriques; le plus extérieur a augmenté d'épaisseur en direction centrifuge; les autres, au contraire, ont leur zone cambiale et leur liber tournés vers l'intérieur et se sont accrus en direction centripète. Lors de l'émission d'une feuille ou d'un rameau, le premier cylindre intérieur se rapproche du cylindre extérieur, et du point de contact partent les bandes vasculaires qui se rendent dans les appendices. Le bois de la tige est monoxylé; celui des cordons foliaires est *diploxylé* dans la tige et les feuilles.

N° 111. — *III. Communication sur les feuilles des Sigillaires et des Lépidodendrons.*

Dans les deux genres, le faisceau vasculaire unique qui parcourt la feuille est bicentre, monoxylé, entouré d'une gaîne de liber; à l'extérieur, on remarque une couche importante, continue, formée de cellules vasiformes, destinée sans doute à parer aux inconvénients résultant des alternatives d'humidité et d'extrême sécheresse de l'époque houillère. Dans les feuilles de Sigillaires, les cellules vasiformes se disposent souvent en lignes rayonnantes; elles restent au contraire sans ordre dans les feuilles des Lépidodendrons.

Quatrième Bulletin

1891.

N° 112. — *I. Note sur la famille des Botryoptéridées;* 26 pages, 2 planches.

Cette note contient l'examen de la tige, des frondes, des fructifications des différents genres de cette famille; nous ne rapporterons ici que les conclusions.

« De l'étude qui précède, il ressort que les Botryoptéridées ne peuvent être admises dans aucune des subdivisions adoptées pour la classification des Filicinées vivantes.

» De la Sous-Classe des Fougères isosporées, elles se rapprochent par l'organisation de la tige souvent frutescente et aérienne, la présence d'un anneau sur les sporanges.

» De celle des Fougères hétérosporées, par l'existence de deux sortes de spores, et par la disposition en glomérules de sporanges *pédicellés,* non placés au-dessous des pinnules comme dans les Fougères du premier groupe; par leur mode de vie qui devait être essentiellement aquatique, les feuilles flottantes, munies en dessous de poils absorbants, en sont une preuve suffisante.

» Mais les caractères importants, qui d'un autre côté les différencient de chacune des deux sous-classes citées, et sur lesquels nous nous sommes étendu, forcent de les comprendre dans une famille distincte qui servirait de trait d'union entre les Fougères isosporées, dont les Ophioglossées seraient le dernier terme, et les Fougères hétérosporées, dont la famille des Salviniées serait le premier. »

N° 113. — *II. Communication faite sur la formation de la Houille.* [1]

Les conclusions de cette communication sont ;

1° La Houille a été formée par des végétaux ou par leurs dérivés.

2° Il est possible de passer de la composition de la cellulose plus ou moins condensée, à celle d'une houille pure dérivant d'un végétal houiller d'espèce connue, par simple élimination d'hydrogène protocarboné et d'acide carbonique, et fixation d'eau.

3° Que la plupart des organes végétaux étaient déjà transformés chimiquement lors de leur enfouissement; que si l'état définitif n'était pas complètement atteint, il s'est continué avec une extrême lenteur dans les couches du globe.

4° Qu'enfin l'état et les propriétés physiques de la Houille sont dus à une compression lente, continue, au sein de masses *poreuses* comme les argiles et les grès.

1. Cette communication est un résumé des résultats auxquels nous étions arrivé dans notre étude sur le terrain houiller de Commentry.

Cinquième Bulletin

1892.

N° 114. — ***I. Note sur un nouveau genre de Gymnosperme fossile du terrain permo-carbonifère d'Autun,*** le genre ***Hapaloxylon;*** 6 pages, 1 planche.

Par leur organisation, les *Hapaloxylon* s'éloignent sensiblement des Conifères actuelles. La portion du cylindre ligneux composée de trachéides ponctuées qui dans ces plantes font l'office d'éléments conducteurs et mécaniques, est fort réduite dans les *Hapaloxylon*, tandis que le parenchyme ligneux, souvent absent ou peu apparent dans les Conifères, prend ici un développement extraordinaire et devient la partie la plus importante du bois proprement dit. Dans la Flore du bassin d'Épinac et d'Autun, nous avons repris l'étude de ce genre intéressant.

D'autre part, la disposition régulière en cercles concentriques et l'abondance des tubes grillagés du liber, séparés par des cellules de parenchyme libérien, rappellent dans une certaine mesure les particularités analogues que nous avons signalées dans les tiges, rameaux, racines des Poroxylées. L'absence complète de fibres ligneuses, de vrais vaisseaux, éloigne les *Hapaloxylon* des Dicotylédones angiospermes. Nous sommes donc obligé, malgré les différences profondes qui existent, de les maintenir dans la classe des Conifères et de créer pour eux, sinon une famille, tout au moins un genre nouveau.

N° 115. — ***II. Les Pila bibractensis et le Boghead d'Autun,*** en collaboration avec M. C.-E. Bertrand; 97 pages, 2 planches.

Dans ce travail, il est démontré que le combustible minéral, connu sous le nom de Boghead, a été formé par l'accumulation d'algues microscopiques ayant vécu à la surface de certaines masses d'eau tranquille des temps primaires. En particulier, le Boghead d'Autun provient du dépôt par strates horizontales de thalles de *Pila bibractensis,* algues gélatineuses microscopiques, creuses, se présentant, quand elles sont vues en dessus, sous la forme de petits disques mesurant 190 μ de dimètre en moyenne,

et sous celle d'ellipses quand on les examine en section perpendiculaire aux strates.[1]

Les Pilas ne sont pas les seuls corps organisés que l'on rencontre dans le Boghead d'Autun, il y a en outre de nombreux grains de pollen disséminés soit entre les algues, soit dans la matière noire déposée en même temps; ces grains de pollen, appartiennent pour la plupart, aux Cordaïtées qui vivaient encore en grande abondance à cette époque; ils sont réduits à leur exine, aplatis, assez nombreux, puisqu'ils peuvent atteindre le chiffre de vingt-cinq à quatre-vingt mille par centimètre cube.

La couche de Boghead s'étend sur une longueur de six à sept kilomètres, une largeur de quatre à cinq cents mètres, et une épaisseur à peu près uniforme de vingt-trois à vingt-cinq centimètres. Cette uniformité dans l'épaisseur prouve une grande tranquillité des eaux pendant la formation du Boghead.

N° 116. — ***III. Sur les racines et les stolons des Calamodendrées.***

Dans cette note, nous rappelons la structure des tiges, rangées par M. Williamson dans le genre *Astromyelon* qu'il compare aux Marsiliacées et nous sommes amené à conclure que ce sont simplement des racines et des stolons de plantes composant le genre *Arthropitus*. Plus tard nous avons développé cette note. Voir n° 96.

N° 117. — ***IV. Sur un nouveau genre fossile de Gymnosperme,*** le G. ***Retinodendron.***

Ce genre nouveau se distingue par la constitution remarquable de son liber qui se compose de plusieurs zones concentriques de canaux à résine, de tubes grillagés et de cellules sclérifiées qui alternent régulièrement.

Le bois est formé de trachéides ponctuées; les rayons cellulaires ligneux sont composés. Il n'y a pas de vrais vaisseaux.

Le genre *Retinodendron* est surtout intéressant à cause de la quantité notable de produits résineux ou gommeux qu'il a pu fournir.

1. A propos des applications de la Botanique fossile, nous revenons plus loin, n° 162, sur la question de la composition des Bogheads.

Sixième Bulletin

1893.

N° 118. — *I. Mémoire sur le Boghead d'Australie ou Kherosene shale;* 107 pages, 4 planches. En collaboration avec M. C.-E. Bertrand.

Ce travail a eu pour résultat d'établir que le Boghead d'Australie était formé, comme celui d'Autun, par le dépôt d'algues microscopiques, au milieu d'une masse fondamentale amorphe. Comme il serait trop long d'analyser ce mémoire, nous en rappellerons seulement les conclusions :

1° L'algue du *Kerosene shale* est une algue gélatineuse, libre, creuse; le thalle est composé d'un seul rang de cellules piriformes; la pointe de la masse protoplasmique est tournée en dehors. Nous lui avons donné le nom de *Reinschia australis.*

2° La plante jeune avait autant de cellules que la plante âgée. Les jeunes thalles ne diffèrent des thalles adultes que par la grandeur des cellules et par leur configuration. Ces caractères ne se retrouvent aujourd'hui que dans deux séries d'algues, les Volvocinées et les Hydrodictyées. Il conviendra d'établir une nouvelle série dans les Algues à thallogènes, près des Volvocinées et des Hydrodictyées.

3° Les ressemblances constatées entre les Pilas et les Reinschia indiquent un même mode de vie. Dans beaucoup de Cannel-Coals anciens, on retrouve des formes analogues; ces types ne sont donc pas isolés, mais fréquents aux époques carbonifères qui s'étendent du Culm au Permien.

4° Comme les Pila, les Reinschia, vivant à la surface des eaux tranquilles, sont descendus lentement pour s'enliser dans la gelée ulmique qui se déposait en même temps qu'eux.

5° Les parois des cellules, et surtout le protoplasma, ont condensé d'une façon très sensible la matière colorante brune qui les entourait.

6° Beaucoup de thalles ont subi une altération profonde, leurs cellules ne sont plus distinctes et ils ont pris l'aspect de petites masses gommeuses plus ou moins colorées; une question importante à résoudre est de savoir quelle est la nature de cette altération, et si elle n'est pas antérieure à celle de la descente du thalle au fond du lac.

7° Au milieu des thalles de *Reinschia* on remarque un assez grand

nombre de spores et de menus fragments de plantes apportés par les vents. A Autun, la végétation, moins cryptogamique, a fourni de préférence des grains de pollen.

8° L'uniforme répartition de l'algue sur toute l'étendue du dépôt, indique qu'il s'agit d'une algue analogue à nos fleurs d'eau, flottante sur des eaux tranquilles; et la matière ulmique, au milieu de laquelle elle se trouve, fait songer aux eaux brunes acides, comme celles de certains affluents de l'Amazone et du Congo.

9° L'accumulation des *Reinschia* a été un phénomène très rapide : les bandes pures sont le produit d'une période ininterrompue de végétation, telle que temps des basses eaux, saison sèche. La couche qui a fourni le grand échantillon du Muséum mesure 1 m. 18 d'épaisseur, et représente une superposition approximative de trente-six mille lits d'algues.

10° On ne trouve dans le *Kerosene shale* ni coprolithes, ni os, ni écailles, ni coquilles, ni diatomées.

11° Le retrait éprouvé par la masse du *Kerosene shale* est faible; il paraît inférieur à celui du Boghead d'Autun, c'est-à-dire que les thalles ont environ le sixième du volume qu'ils possédaient à l'état vivant.

N° 119. — ***II. Communication faite sur le Boghead, et sur quelques coprolithes des schistes d'Autun.***

Dans cette note il est fait allusion à la constitution du Boghead autunois et à la présence, dans les coprolithes permiens, de Bactéries fossiles rentrant dans le genre *Bacillus;* le *B. permiensis* y est décrit et figuré pour la première fois.

N° 120. — ***III. Communication sur l'utilité des plantes fossiles au point de vue de l'évolution des organes.***

Nous reviendrons plus loin sur les faits et les remarques contenus dans cette note à propos des applications de la Botanique fossile, n° 164 et suivants.

N° 121. — ***IV. Sur quelques nouveaux parasites des Lépidodendrons.*** [1]

Nous signalons et décrivons dans ce travail :

1° Un genre d'algue nouveau, le genre *Lageniastrum,* dont l'espèce

1. Nous avons repris, en la développant, l'étude de ces divers parasites dans la *Flore houillère d'Épinac et d'Autun.* Voir n° 159.

L. macrosporæ type, se développe à l'intérieur des macrospores de *Lepidodendron* du Culm d'Esnost et de Combres. Le genre *Lageniastrum* fait partie des Cénobiées, et vient se placer à côté du genre *Cœlastrum*, quelques espèces de ce genre, le *C. verrucosum* Reinsch., *C. reticulatum ?* Dangeard, offrent par le mode de liaison des colonies filles, au moyen de filaments, quelques analogies avec le genre fossile.

N° 122. — 2° Certaines macrospores renferment des mycélium et des fructifications qui rappellent, par leur forme et leur disposition, celles des Téleutospores; nous avons désigné ces fructifications sous le nom de *Teleutospora Milloti*.

N° 123. — 3° Les cellules du liège des Lépidodendrons sont souvent envahies par des mycélium filamenteux, ou par des masses protoplasmiques d'aspect amiboïde, nous avons groupé les premiers sous le nom de *Phellomycetes dubius*, et les seconds sous celui de *Myxomycetes Mangini*.

N° 124. — 4° Le bois des rameaux et des tiges contient fréquemment des mycélium rameux; les rameaux sont terminés par des sporanges munis d'un rostre. Ces plantes appartiennent à la tribu des Chytridinées endogènes; nous leur avons donné le nom de *Oochytrium lepidodendri*.

N° 125. — 5° Enfin, dans le tissu parenchymateux libérien des racines, on voit fréquemment des corps ovoïdes, formés d'une coque munie d'un pédicelle.

A l'intérieur se trouve une membrane plissée, qui peut être considérée comme une membrane vitelline; celle-ci contient quelquefois des petites sphères brunes, inégales, qui doivent représenter des gouttelettes de matière grasse; d'autres fois, des traces évidentes de métamérisation.

Ces corps ovoïdes ne peuvent être que des œufs d'insectes aquatiques; du reste, des galeries creusées dans la racine indiquent qu'après son éclosion, la larve était obligée de se faire un chemin pour sortir. Nous les avons désignés sous le nom d'*Arthroon Rochei*. Ce sont les œufs d'insectes les plus anciens que l'on connaisse.

Septième Bulletin

1894.

N° 126. — *I. Communication sur quelques Bactéries des temps primaires;* 36 pages, 20 gravures intercalées dans le texte. [1]

Dans ce premier travail nous décrivons :

1° Quelques Bactéries des Coprolithes, les unes disséminées dans la masse, les autres développées dans les divers tissus osseux (os, dents, écailles). Nous avons rencontré, dans des plaques osseuses éburnées, toutes les Bactéries qui actuellement déterminent la carie des dents : Micrococques divers et Bacilles droits ou en virgule.

2° Quelques Bactéries découvertes dans les silex permiens d'Autun, entre autres *Bacillus Tieghemi.*

3° Des Bactéries trouvées dans les silex houillers de Grand'Croix, exemple : *Micrococcus Guignardi.*

4° Des Bactéries répandues dans les silex du Culm d'Esnost et des environs de Régny, exemple : *Micrococcus priscus, Bacillus vorax.*

Voici les conclusions de ce travail :

Il serait prématuré de tirer des conclusions définitives des quelques observations qui précèdent; cependant le nombre relativement considérable de Bactéries que nous avons citées, découvertes dans les milieux les plus variés, autorise à penser que de tout temps ces micro-organismes ont joué un grand rôle en faisant disparaître les débris organisés, et remettant dans la circulation générale, à un état de composition plus simple, les corps complexes qui entrent dans la constitution des animaux et des plantes.

Il est évident, en outre, que si le travail microbien n'a pas été entravé et s'est accompli librement jusqu'au bout, non seulement les tissus mous des animaux ont disparu, mais que le phosphate des os et des dents, rendu soluble, a été entrainé et dispersé.

Quant aux plantes, nous avons vu que les tissus étaient attaqués successivement, qu'il ne restait plus à un moment donné que des cuticules,

1. Nous donnons, n° 163, sur cette question intéressante, dans un chapitre consacré aux Bactéries fossiles, des développements plus étendus.

des enveloppes de grains de pollen et de spores; que même, à leur tour, ces derniers restes pouvaient être détruits. Il est clair que ces masses végétales, ainsi dissociées, n'ont pas servi à la formation de la houille organisée. Les dérivés, produits par les Bactéries, ont pu donner une sorte de charbon amorphe. Mais dans la plupart des cas, les combustibles minéraux : Bogheads, Cannels, Houilles, Anthracites... etc., offrent à des degrés divers des traces indiscutables d'organisation végétale. Il faut donc que l'action destructive des Bactéries, dans des conditions que nous préciserons plus tard, ait été tantôt presque annihilée, tantôt arrêtée à des stades différents de leur travail de décomposition.

N° 127. — *II. Communication sur le Cedroxylon varollense,* nouvelle espèce de Conifère permienne, en collaboration avec M. A. Roche.

Voici les conclusions de cette note :

De la description qui précède, il résulte que l'échantillon étudié diffère des *Araucaryoxylon* par la grandeur des ponctuations, leur disposition unisériée et le nombre de pores placés sur les parois latérales des cellules, formant les rayons ligneux.

Il se rapproche davantage du bois des *Cedroxylon,* dont il ne se distingue que par la disposition des ponctuations qui alternent, quand elles sont bisériées.

Les Conifères fossiles, dont le bois appartient au type *Cedroxylon,* descendent donc jusque dans le Permien au lieu de s'arrêter au Rhétien comme on le croyait jusqu'ici.

N° 128. — *III. Quelques remarques sur les Bogheads et les Cannels.*

Dans cette note, après avoir rappelé que le Boghead d'Autun est formé essentiellement par l'agglomération d'algues sphériques, creuses, microscopiques, les *Pila bibractensis;* que le *Kerosene shale* d'Australie est également constitué par des algues creuses, les *Reinschia australis*, mais appartenant à un autre genre; nous citons quelques autres Bogheads, tels que le Boghead Armadale qui a été produit par le dépôt de thalles microscopiques, creux, sphériques, différents des deux genres précédents par cette particularité, qui les rapproche quelque peu de certains genres vivants, d'avoir leur cavité en communication avec l'extérieur par des ouvertures existant entre les cellules du thalle. Nous avons repris l'étude de ces algues dans la *Flore houillère d'Épinac et d'Autun*.

Nous faisons connaitre également quelques Bogheads formés par la réunion de plusieurs algues, entre autres celui de Kourakino, du Culm inférieur du bassin houiller de Moscou, dans lequel on distingue une algue globuleuse sphérique nouvelle, le *Pila Karpenskyi*, et une algue rameuse, le *Cladiscothallus Keppeni*, toutes les deux inédites.

Nous abordons l'étude des Cannels composés surtout de spores, macrospores, grains de pollen, auxquels viennent se joindre en proportions très variables les algues des Bogheads, le tout plongé dans une masse fondamentale amorphe plus abondante que celle des Bogheads. Les Cannels anciens contiennent surtout des corps reproducteurs de Cryptogames : les Cannels récents sont très pauvres en algues, riches au contraire en grains de pollen et en menus débris de végétaux.

TRAVAUX DIVERS

1873-1881.

N° 129. — ***Recherches sur les graines silicifiées du terrain houiller de Saint-Étienne,*** par M. Brongniart; 21 planches chromolithographiées.

Nous avons exécuté les préparations qui ont servi à ce travail; elles ont été tirées des magmas siliceux de Grand'Croix près Rive-de-Gier. Après la mort de M. Brongniart (1876), nous avons surveillé l'exécution des planches qui restaient à faire et donné leur explication. L'ouvrage a paru en 1881.

1879.

N° 130. — ***Thèses présentées à la Faculté des sciences de Paris pour obtenir le grade de Docteur ès sciences naturelles : Structure comparée de quelques tiges de la Flore Carbonifère;*** 141 pages, 8 planches. (*Archives du Muséum.*)

Types nouveaux qui y sont décrits :

A/ Type des Lépidodendrons du Culm, représenté par le ***Lepidodendron rhodumnense.*** On ne connaissait alors que les formes offertes par les *Lep. Harcourtii* et *Lep. selaginoides*. La tige, les rameaux, les feuilles, les fructifications du *Lep. rhodumnense* y sont décrits avec détails.

B/ *Sigillaria spinulosa.* Étude de la tige, du rhizome, de la feuille, des cordons foliaires.

C/ *Sigillariopsis.* Nouveau genre intermédiaire entre les Sigillaires à écorce lisse et les Cordaïtes. Étude de la tige et des feuilles.

D/ *Poroxylées.* Famille nouvelle renfermant des plantes servant de passage entre les Sigillaires à écorce lisse et les Cycadées. Étude des racines, des tiges et des pétioles.

E/ *Cordaïtées.* La structure anatomique, l'organisation des fleurs mâles et femelles étaient inconnues; celles des tiges et des feuilles n'étaient pas plus avancées. Les recherches ont porté sur les organes principaux : les racines, les rameaux et les tiges, les feuilles, les fleurs mâles contenant des grains de pollen pluricellulaires, les fleurs femelles renfermant des ovules; ceux-ci offrent, à la base, un double système vasculaire, dont le plus interne pénètre dans *l'intérieur* du nucelle et vient se mettre en contact avec le sac embryonnaire, et au sommet, une chambre pollinique; ce dernier organe, retrouvé chez les Gymnospermes vivantes, a été découvert en premier lieu dans les graines fossiles.

F/ *Cycadoxylées.* Plantes connues surtout par leurs tiges, dont l'organisation se rapproche de celle des Cycadées, mais en diffère par la présence de cylindres surnuméraires de bois *secondaire centripète.*

OUVRAGES GÉNÉRAUX

COURS DE BOTANIQUE FOSSILE

Notre cours de Botanique fossile, inachevé, comprend cinq volumes renfermant le résumé des leçons que nous avons faites au Muséum pendant cinq ans, 1879-1883. Chaque volume comprend les leçons d'une année.

Quoiqu'ils renferment la description d'un certain nombre de genres nouveaux et d'espèces nouvelles, nous ne donnerons ici que le titre des sujets généraux traités.

Première Année. — 1881.

N° 131. — Le cours de première année contient l'étude des Cycadées, des Zamiées vivantes et celle des plantes fossiles qui s'en rapprochent à divers degrés, telles que les Cycadoxylées, les Cordaïtées, les Sigillariées, les Stigmariées. 1 volume; 185 pages, 22 planches lithographiées.

Deuxième Année

N° 132. — Les leçons de la deuxième année ont porté sur les Lépidodendrées, les Sphénophyllées, les Annulariées, les Calamariées, *ex parte*. 1 volume; 196 pages, 24 planches lithographiées.

Troisième Année

N° 133. — Pendant la troisième année, après quelques considérations indispensables sur les Fougères vivantes, nous avons abordé l'étude des Fougères fossiles.

Les familles décrites sont les Botryoptéridées, les Pécoptéridées, les Névroptéridées, les Odontoptéridées, les Spénoptéridées, etc. 1 volume; 242 pages, 36 planches lithographiées.

Quatrième Année

N° 134. — Les Conifères et les Gnétacées vivantes ont fait l'objet des leçons de la quatrième année.

Les principales familles fossiles que nous avons examinées sont : les Salisburiées, les Taxinées, les Araucariées, les Cupressinées, les Abiétinées, les Gnétacées, et en particulier le genre *Gnetopsis* qui fait descendre la famille des Gnétacées jusque dans le terrain houiller. Nous avons décrit également un nombre assez considérable de bois de Conifères. 1 volume ; 233 pages, 26 planches lithographiées.

Cinquième Année

N° 135. — Dans les leçons de l'année 1883 nous avons étudié, avec grands détails, la famille des Calamodendrées ; montré que les *Bornia*, plantes caractéristiques du Culm, rentraient dans cette famille composée dès lors des trois genres : *Bornia, Arthropitus, Calamodendron.*

Nous avons exposé l'organisation des tiges, rameaux, feuilles et fructifications d'un certain nombre d'espèces nouvelles.

Beaucoup de graines silicifiées à structure conservée, appartenant au terrain houiller, ont également été décrites à la suite des Calamodendrées.

Nous avons fait exécuter 35 planches, mais non imprimer le texte de ce volume, nos leçons ayant été interrompues..... L'ensemble comprend 860 pages et 143 planches.

Chaque leçon était suivie d'une conférence pratique dans laquelle les auditeurs pouvaient examiner à loisir, au microscope, les préparations souvent *uniques* qui ont servi de base à toutes ces leçons ; de plus, chacun d'eux recevait une série de dessins autographiés, concernant les sujets traités.

1888.

N° 136. — *Les plantes fossiles.* 1 volume; 400 pages, 53 figures intercalées dans le texte.

Voici l'énumération des chapitres contenus dans ce volume.

Chapitre I. — Différents modes de conservation des plantes fossiles.

Chapitre II. — Marche à suivre pour récolter, préparer et conserver les plantes fossiles.

Chapitre III. — Rôle des plantes fossiles dans la formation de la Houille.

Chapitre IV. — Étude de quelques types végétaux qui ont persisté jusqu'à nos jours, et d'autres types qui ont disparu.

Chapitre V. — Application des restes de végétaux fossiles, à la *climatologie* ancienne, à la *détermination de l'âge des terrains.* — *Persistance* de certains types, *fugacité* de quelques autres. — Tableaux des espèces caractéristiques d'étages géologiques.

Chapitre VI. — Utilité de l'étude des plantes anciennes, au point de vue de l'évolution végétale.

LE NATURALISTE (JOURNAL), 2e SÉRIE.

N° 137. — *Quelques lignes sur la Botanique fossile.* N° 162, 15 mars 1894.

N° 138. — *Sur quelques œufs d'insectes trouvés dans les racines des Lépidodendrons du Culm,* avec figures. N° 177, 15 juillet 1894.

N° 139. — *Sur quelques Chytridinées fossiles du Dinantien (Culm),* avec figures. N° 193, 15 mars 1895.

N° 140. — *Sur quelques parasites des écorces de Lépidodendrons,* avec figures. N° 194, 1er avril 1895.

N° 141. — *Sur quelques parasites des écorces de Lépidodendrons,* 2e article, avec figures. N° 195, 15 avril 1895.

N° 142. — *Sur quelques Bactéries fossiles du terrain houiller supérieur,* avec figures. N° 200, 1er juillet 1895.

N° 143. — *Sur quelques Bactéries fossiles du Culm,* avec figures. N° 201, 15 juillet 1895.

BULLETIN DU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

1895.

N° 144. — ***Remarques sur quelques genres fossiles pouvant servir à relier certaines Cryptogames vasculaires aux Gymnospermes.***

Nous revenons plus loin sur cette question importante, n°s 167, 168, 169; nous ne rapporterons ici que les conclusions :

1° L'addition du bois secondaire au bois primaire ou centripète se fait d'abord dans les rhizomes, puis dans la tige, ensuite dans la partie caulinaire du cordon foliaire, enfin dans sa partie aérienne.

2° La disparition du bois cryptogamique s'effectue en suivant la même marche.

N° 145. — ***Sur quelques Bactéries des temps primaires.***

Nous donnons la description du *Bacillus vorax, Micrococcus priscus, M. esnostensis, M. hymenophagus, M. Guignardi.*

Les conclusions sont que : 1° Les Bactéries paraissent s'être montrées sur le globe en même temps que les premières plantes.

2° D'après les recherches faites jusqu'ici, elles ont été aussi nombreuses et aussi répandues qu'à notre époque.

3° Leur rôle vis-à-vis des plantes semble avoir été le même que celui des Bactéries actuelles.

N° 146. — ***Sur quelques Bactéries anciennes.***

Nous décrivons dans cette note le *Bacillus Tieghemi*, le *Micrococcus lepidophagus*, le *Bacillus lepidophagus arcuatus*, etc., et nous constatons ce fait intéressant que la destruction des os, des plaques d'ivoire et des dents, aux temps primaires, s'effectuait par le travail de Microcoques et de Bacilles, dont la forme et les dimensions se rapprochent d'une façon remarquable de celles des Bactéries qui de nos jours sont la cause de la carie des os et des dents. Nous revenons plus loin sur ce sujet. (Voir figures 27 à 31.)

N° 146 bis. — ***Sur les cuticules de Bothrodendron du Culm inférieur de Tovarkowo*** (Russie).

1896.

N° 147. — ***Bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac*** (Flore fossile). 2e partie, grand in-octavo, 580 pages, 148 clichés dans le texte et 2 planches en phototypie. Atlas contenant 62 planches en noir et en couleur. [1]

Notre étude contient un supplément aux Fougères décrites dans la première partie par M. Zeiller. Voici les principaux genres que nous avons examinés :

Genre ***TÆNIOPTERIS.***

Pour la première fois, nous faisons connaître l'organisation des feuilles (épiderme, mésophyle, cordons foliaires, etc.) de ce genre curieux qui débute dans les couches supérieures du terrain houiller et se prolonge assez haut dans les terrains secondaires; c'est un des genres relativement assez peu nombreux qui ont pu se conserver et passer de l'époque primaire à l'époque secondaire.

PÉCOPTÉRIDÉES

Le groupe hétérogène des *Pecopteris* a été divisé en *Prepecopteris* et en *Pecopteris* (Astherotheca) proprement dits. Le premier groupe, par la forme des sporanges munis de connecticule, rappelle les genres vivants : ***Mohria, Aneimia, Schizea;*** c'est le plus ancien. Le second contient des Fougères qui par leurs sporanges dépourvus d'anneau ou de connecticule, se rapprochent des Marattiées actuelles; le premier de ces deux groupes est répandu dans le terrain houiller moyen, le second, dans le terrain houiller supérieur.

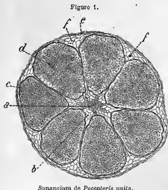
Cette répartition, adoptée généralement par les paléobotanistes, peut

1. Ce travail, qui fait partie des *Études des Gîtes minéraux de la France,* publiées sous les auspices du Ministre des travaux publics, comprend la revision de beaucoup de genres fossiles anciens, et la description d'un assez grand nombre de genres nouveaux : dès lors nous avons cru devoir entrer dans des détails plus complets que ceux que nous avons donnés jusqu'ici pour nos autres travaux.

souffrir quelques exceptions. Nous décrivons en effet et figurons dans notre travail le *Pecopteris* (Asterotheca) *esnostensis*. La présence de cette espèce dans les silex d'Esnost prouve que les *Pecopteris* vrais, regardés comme appartenant au terrain houiller supérieur, peuvent *descendre* jusque dans le Culm.

Genre ***PTYCHOCARPUS,*** Weiss.

Figure 1.



Synangium de Pecopteris unita.

Nous donnons ci-contre la description et le dessin d'un *Synangium* de *Pecopteris unita*, dont l'organisation était mal connue.

Par leur disposition en forme de couronne, ces fructifications rappellent celles des *Kaulfussia;* mais dans le genre vivant, les capsules soudées latéralement forment une sorte de cupule pédicellée, creusée en godet; la déhiscence se fait par des fentes tournées vers l'intérieur.

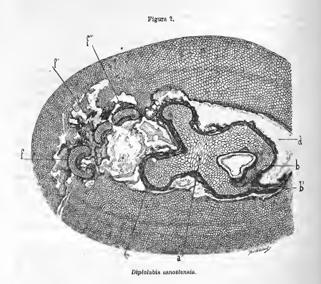
Dans le genre fossile, fig. 1, la couronne résultant de la soudure des capsules *c*, par leurs bords, est complètement plongée dans un tissu cellulaire *f*, limité à l'extérieur par une enveloppe continue *e*. Le tissu existe tout aussi bien en dehors qu'en dedans de la couronne *f, b;* celle-ci n'est pas creusée en godet, bien au contraire, sa partie centrale est occupée par un faisceau vasculaire *a*, qui s'élève jusqu'à la partie supérieure du *Synangium*. La déhiscence se produisait par des ouvertures placées au sommet des capsules. Il semble donc que ces fructifications étaient d'une structure plus complexe que celle des Marattiées vivantes du genre *Kaulfussia*.

Genre ***DIPLOLABIS,*** B. Renault.

Ce genre nouveau, rencontré dans les magmas siliceux du Roannais et d'Esnost, est connu par la structure de sa tige, de ses pétioles et de ses

fructifications; nous reproduisons quelques figures se rapportant à *l'une* des espèces que nous avons décrites, le *Diplolabis esnostensis*, entre autres.

Figura 2.



Diplolabis esnostensis.

Coupe transversale d'un pétiole de *Diplolabis esnostensis*, grossie 8 fois.

a / Faisceau vasculaire central à quatre branches.

b, b' / Extrémités trachéennes des branches placées d'un même côté; en se réunissant elles formeront une lame vasculaire destinée aux pennes secondaires.

c, c / Extrémités trachéennes opposées en voie de réparation après le départ d'une lame vasculaire destinée aux pennes secondaires et que l'on voit divisée en plusieurs faisceaux f, f', f''.

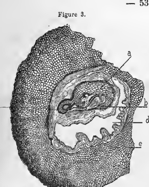
f / Un cordon foliaire de forme arquée se préparant à sortir du pétiole, et provenant de la division en deux moitiés de la lame vasculaire primitive détachée des extrémités c, c.

f', f'' / Deux branches formées par division accidentelle de la deuxième moitié de la lame vasculaire et dont la sortie du pétiole semble postérieure à celle de la première moitié.

Autour du faisceau vasculaire a du pétiole, on remarque une assise continue de liber.

La partie interne de l'écorce d n'est pas conservée.

Figure 3.



Diplolabis esnostensis.

Coupe transversale d'un rachis secondaire, grossie 10 fois.

a / Faisceau vasculaire.

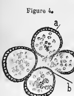
L'orientation du faisceau dans la fronde *étalée* horizontalement est inverse de celle du dessin, c'est-à-dire que la convexité de l'arc est en dessous, et les deux bords libres placés en dessus.

b / Extrémité occupée par les trachées se préparant à émettre un cordon latéral pour une ramification secondaire; l'extrémité opposée montre un petit faisceau lunulé en voie de se séparer.

d / Portion de l'écorce interne non conservée.

e / Assise externe de l'écorce formée de cellules allongées à section longitudinale rectangulaire passant vers la périphérie à l'état de cellules hypodermiques.

Figure 4.



Diplolabis esnostensis.

Coupe transversale faite vers le milieu d'un *Synangium*, grossie 55 fois.

Les parois des sporanges sont formées de cellules plus grandes, *a*, sur la surface dorsale; elles vont en diminuant jusque sur le côté ventral *b* où se fait la déhiscence; il n'y a ni plaque ni connecticule.

Les sporanges mesurent 0mm27 à 0mm30 de diamètre; ils sont plus petits que ceux du *Diplolabis forensis*.

Les spores ont aussi des dimensions un peu plus faibles, leur diamètre est 0mm014.

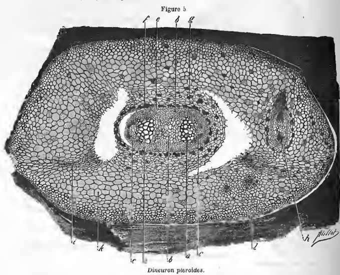
Les fructifications des *Diplolabis* sont composées de capsules pédicellées réunies par groupes, de quatre à six; elles ne sont pas placées au-dessous de pinnules comme celles des Fougères ordinaires; elles paraissent avoir formé des petits bouquets analogues à ceux des Botryoptéridées, pages 55 et 56, mais beaucoup plus petits.

La présence du genre *Diplolabis* dans les silex d'Esnost et dans ceux du Culm du Roannais est intéressante à signaler, car elle confirme la contemporanéité de la formation des deux gisements, que nous avions indiquée déjà, en nous fondant sur la présence simultanée d'autres plantes du Culm, telles que les *Bornia* et les *Cardiopteris*.

Genre ***DINEURON***, B. Renault.

Ce genre est représenté par une seule espèce dont nous représentons une section fig. 5, elle provient du Culm d'Esnost.

Figure 5



Dineuron pteroides.

a, a / Double faisceau vasculaire possédant chacun deux centres trachéens c.

b / Tissu fondamental reliant les deux faisceaux.

d / Assise libérienne marquée *b* par erreur, entourant *complètement* le cylindre ligneux.

e / Péricycle.

f / Endoderme.

g / Assise interne de l'écorce renfermant des cellules à gomme.

h / Un faisceau à deux centres de différenciation qui se rend dans un appendice, offrant en petit l'organisation du faisceau central.

l / Assise hypodermique limitée par un épiderme.

Les feuilles et les fructifications sont inconnues.

Genre ***ANACHOROPTERIS***, Corda.

Les espèces que nous avons décrites et figurées sont : l'*Anachoropteris Decaisnei* B. Renault; *A. elliptica* B. Renault.

Genre *OPHIOGLOSSITES.*

Ce nouveau genre représenté par une espèce, l'*Ophioglossites antiqua,* dont nous avons reproduit un épi de fructification remarquable par ses dimensions bien supérieures à celle des épis d'*Ophioglossum* vivants, fait descendre la famille des Ophioglossées jusque dans les assises permiennes.

BOTRYOPTÉRIDÉES

La famille des Botryoptéridées que nous avons établie renferme le genre *Zygopteris* Corda, représenté dans notre travail : 1° par le *Zygopteris Lacattei,* B. Renault, *Z. bibractensis*, B. Renault, *Z. pinnata*, Grand'Eury ; 2° par le genre nouveau *Grammatopteris ;* 3° par le genre *Botryopteris*, B. Renault, qui contient plusieurs espèces, entre autres le *Botryopteris forensis,* le *Botryopteris augustodunensis ;* cette famille est assez bien connue. Nous avons décrit et figuré, dans le texte et dans l'atlas, la tige, les pétioles, les feuilles et les fructifications de plusieurs des genres qui la composent.

Nous ne pouvons entrer ici dans tous les détails d'organisation que nous avons donnés, nous rappellerons seulement quelques faits relatifs aux fructifications et aux feuilles.

Les fructifications, au lieu d'être disposées sur la face inférieure des pinnules comme chez les Fougères ordinaires, se trouvent placées à l'extrémité des divisions ultimes de la fronde, et forment par leur réunion une masse globuleuse de cinq à six centimètres de diamètre ; ces fructifications sont composées de capsules de un millimètre de longueur, piriformes, B, fig. 6. L'enveloppe externe, formée d'un seul rang de cellules, est munie d'une bande de cellules à parois plus épaisses disposée obliquement en forme d'anneau incomplet ; en dedans de cette première enveloppe s'en trouve une autre plus mince. Les capsules sont réunies en bouquet au nombre de cinq à six, à l'extrémité d'axes très courts, et serrées les unes contre les autres.

A l'intérieur des capsules ou sporanges, on remarque un nombre considérable de granulations, lisses à la surface, mesurant 40 μ environ de diamètre.

Les unes sont nettement sphériques, munies d'un exospore assez coriace, qui présente les trois lignes radiantes que l'on remarque dans beaucoup de macrospores, C.

Les autres sont souvent polyédriques. L'exospore est mince, plissée; à l'intérieur on distingue parfois plusieurs cellules, sorte de prothalle extrêmement réduit, E.

Ces deux sortes de spores nous paraissent être de nature différente : les unes correspondent à l'élément femelle, les autres à l'élément mâle.

La présence simultanée de ces deux sortes d'organes dans un même réceptacle peut paraître extraordinaire. Mais les sporanges des Equisétacées qui renferment en même temps des spores donnant naissance : les unes à un prothalle portant des Archégones, les autres à un prothalle, sur lesquels se développent des Anthéridies, sont une preuve que, même parmi les plantes actuelles, cette réunion peut exister; mais on ne peut distinguer dans le sporange des Équisétacées les spores mâles des spores femelles, tandis que dans le sporange des *Botryopteris* la distinction est facile.

Figure 6.

Coupes faites dans une portion de fructification de *Botryopteris forensis*.

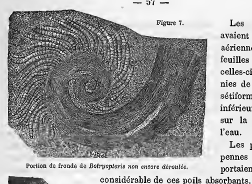
A, D / Capsules coupées transversalement.

m, m / Section transversale du faisceau vasculaire de l'axe principal de la fructification; ce faisceau a la forme d'un ω semblable au faisceau vasculaire des pétioles stériles.

B / Capsules vues suivant leur longueur.

C / Granulations marquées de trois lignes radiantes comme beaucoup de macrospores.

E / Granulations renfermant un production cellulaire interne.



Portion de fronde de *Botryopteris non encore déroulée.*

Les *Botryopteris* avaient des feuilles aériennes et des feuilles nageantes; celles-ci étaient garnies de poils équisétiformes à la face inférieure reposant sur la surface de l'eau.

Les portions de pennes immergées, portaient un nombre considérable de ces poils absorbants.



Poils équisétiformes disséminés sur les rachis, les feuilles, et même sur les fructifications des *Botryopteris.*

Nous représentons, fig. 7, une penne non encore déroulée qui les montre à tous les états de développement.

Ces poils sont constitués par une série d'articles cloisonnés, emboités les uns dans les autres.

Chaque article enveloppe la base de l'article suivant par une très courte gaine dentelée sur les bords, il en résulte un aspect équisétiforme caractéristique, fig. 8. La cloison tendue à la base de chaque article est percée, vers la périphérie, d'un nombre d'ouvertures microscopiques égal à celui des dents de la gaine. On rencontre ces poils, non seulement sur les feuilles, les pétioles des *Botryopteris*, mais encore sur les organes similaires des *Zygopteris* et des *Grammatopteris*. Ils devaient servir à emmagasiner l'eau nécessaire à la plante pour traverser les périodes de sécheresse alternant avec les temps de pluie et d'humidité.

De la discussion à laquelle nous nous sommes livré dans la *Flore fossile d'Épinac et d'Autun*, et que nous résumons, il résulte que : les Botryoptéridées se rapprochent des Fougères isosporées

par l'organisation de la tige, souvent frutescente et aérienne, la disposition des feuilles placées en spirale régulière, la présence d'un anneau sur les sporanges ; de celle des Fougères hétérosporées, par l'existence de deux sortes de spores, la disposition en bouquets de sporanges non placés au-dessous des pinnules, mais à l'extrémité de nombreux petits pédicelles; par leur mode de vie qui devait être essentiellement aquatique, ainsi que le prouvent leurs feuilles nageantes, munies en dessous de poils absorbants d'une formo si particulière et certaines de leurs frondes complètement submergées.

Mais les caractères importants qui les différencient des Fougères isosporées et des Fougères hétérosporées, forcent à les maintenir dans une famille *distincte* qui servirait de trait d'union entre les deux groupes.

La famille des Botryoptéridées existe dans le terrain houiller moyen, le terrain houiller supérieur et dans le terrain permien.

N° 148. — *FAMILLE DES CALAMARIÉES.*

Sous le nom de Calamariées nous avons compris toutes les plantes fossiles cryptogames et phanérogames qui présentent une tige calamitoïde, c'est-à-dire dont la partie centrale est occupée par une moelle relativement volumineuse, dont la longueur est partagée en uno série d'articles tous semblables, et munie ou non aux articulations de gaines, de feuilles libres distinctes ou de rameaux disposés en verticille.

Nous avons divisé les Calamariées en deux sections :

La première renferme les plantes articulées, munies seulement de bois primaire, se reproduisant au moyen de spores mâles et femelles réunies dans une enveloppe commune comme chez nos *Equisetum* ou au moyen de microspores et de macrospores séparées comme chez les *Annularia* et les Astérophyllites.

La seconde comprend les végétaux qui possèdent du bois secondaire issu d'une zone génératrice fonctionnant pendant toute la durée de la plante à l'intérieur des tiges et des racines.

Dans la première section nous avons réuni les genres *Calamites* Schlotheim ; *Annularia* Sternberg; Astérophyllite Brongniart; *Macrostachya* Schimper.

Dans la seconde nous avons placé les genres *Bornia* Sternberg; *Arthropitus* Gœppert; *Calamodendron* Brongniart; *Astromyelon* Williamson, mais en démontrant que ce dernier genre ne contenait que des racines de Calamodendrons et d'*Arthropitus*, et qu'il était destiné à disparaître à mesure que l'on établirait l'identification de ces racines.

La nomenclature des nombreuses espèces étudiées serait peu attrayante, nous dirons seulement que nous avons consacré vingt-cinq planches de notre Atlas aux détails anatomiques des tiges, feuilles, racines, fructifications de diverses Calamariées; nous y avons fait figurer l'organisation des *Bornia* qui était inconnue. A la suite du chapitre consacré aux Calamodendrées se trouve un tableau renfermant les différentes espèces, classées d'après leur structure anatomique.

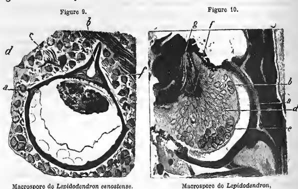
N° 149. — *FAMILLE DES SPHÉNOPHYLLÉES.*

Les *Sphenophyllum* sont l'objet d'un nouvel examen; les tiges, racines, fructifications sont étudiées successivement. Nous donnons les raisons pour lesquelles nous continuons à regarder ces plantes comme *hétérosporées* et comme nous l'avons déclaré dans notre Cours de Botanique fossile, 1882-1883. Nous persistons à voir dans les *Sphenophyllum* une forme de végétaux complètement éteinte, ne devant être rapprochée ni des Sigillaires, ni des Lépidodendrons, ni des Calamariées, ayant certains rapports avec la famille des Rhizocarpées, se rapprochant des Salviniées par quelques détails de leur appareil végétatif, mais constituant un type à part sans analogue dans le monde vivant ou fossile.

N° 150. — Genre *LEPIDODENDRON.*

Deux espèces nouvelles de *Lepidodendron* sont décrites et figurées, ce sont : le *L. Baylei* et le *L. esnostense.* L'étude de ce dernier a porté sur la *tige*, les *radicelles*, les *feuilles* et les *fructifications;* les fructifications sont en épi, avec microsporanges au sommet et macrosporanges à la base.

Nous avons reproduit ci-contre, fig. 10, une macrospore contenant un prothalle femelle sur lequel s'est développé *un* archégone. Le cylindre ligneux est monoxylé.



Macrospore de *Lepidodendron esnostense.*

a/ Enveloppe épaisse cuticularisée de la macrospore.
b/ Section longitudinale du bec triangulaire qui surmonte la macrospore et du canal micropylaire.
c/ Sorte de cloison qui apparaît après la fécondation.
f/ Microspores entourant la macrospore de tous côtés.

Macrospore de *Lepidodendron*, renfermant un archégone grossi 65 fois.

a/ Enveloppe dure et coriace de la macrospore.
b/ Partie supérieure du prothalle femelle.
d, e/ Partie inférieure du prothalle renfermant de grandes cellules destinées à alimenter l'embryon pendant son premier développement.
f/ Archégone unique formé au sommet du prothalle.
g/ Bec allongé du prothalle entourant le col de l'archégone.

N° 151. — *FAMILLE DES SIGILLARIÉES.*

Les Sigillariées ont été divisées en deux sections : 1° les Sigillaires à écorce cannelées; 2° les Sigillaires à écorce lisse.

La première section, la plus ancienne, comprend : les Sigillaires à cicatrices contiguës formant le genre *Favularia* Brongniart; les Sigillaires à cicatrices écartées constituant le genre *Rhytidolepis* Sternberg.

La seconde, d'apparition plus récente, renferme le genre *Clathraria* Brongniart, composé de Sigillaires à cicatrices contiguës, et le genre *Leiodermaria* Goldenberg, groupant les Sigillaires à cicatrices écartées.

Il y a actuellement parmi les paléobotanistes une certaine tendance à regarder les Sigillaires à cicatrices écartées comme dérivant des Sigillaires à cicatrices contiguës. Le tronc des Sigillaires s'accroissant en diamètre et en hauteur pendant un temps très long, cet accroissement aurait déterminé l'écartement des cicatrices. L'écartement des cicatrices ou leur contiguïté n'aurait plus alors la valeur d'un caractère générique. Mais si la surface de l'écorce s'étend dans tous les sens, les cicatrices doivent subir un accroissement exactement semblable en surface, sous peine de se détacher; si elles étaient contiguës, elles le demeureront, elles ou leur coussinet. On peut, sur la figure 12 qui représente un fragment de tige de *Clathraria Brardi* plus âgé que celui de la figure 11, voir que non seule-

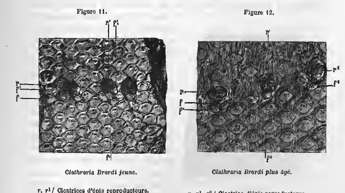


Figure 11.

Clathraria Brardi jeune.

r, r^1/ Cicatrices d'épis reproducteurs.

f, f^1/ Feuilles à l'aisselle desquelles le rameau fertile s'est développé; elles ont été rejetées de côté et sont plus petites que celles des séries voisines.

f, f'^1/ Petites cicatrices de feuilles appartenant à l'axe de l'épi qui s'enfonce dans la roche.

Figure 12.

Clathraria Brardi plus âgé.

r, r^1, r^2/ Cicatrice d'épis reproducteurs.

f, f', f^2/ Feuilles dérangées par l'accroissement de l'épi qui s'est développé à leur aisselle.

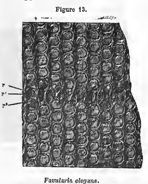
f^1/ Feuille placée immédiatement au-dessous du rameau fertile.

ment les cicatrices foliaires ont augmenté de surface, mais que les coussinets sur lesquels les cicatrices reposent se sont élargis, leurs bords

toutefois restant contigus. Il en est ainsi tant que les cicatrices et leur coussinet peuvent suivre le développement de l'écorce; quand cela leur est devenu impossible, les cicatrices se détachent. Nous avons dans la Flore de Commentry [1] signalé la présence dans les schistes de cicatrices de Sigillaires libres et isolées. Il est donc impossible qu'une Sigillaire à cicatrices contiguës, comme le *Clathraria Brardi*, devienne en vieillissant une Sigillaire à cicatrices écartées, comme le *Leiodermaria spinulosa*.

La ressemblance qu'on a signalée dans certains cas provient, croyons-nous, de ce que les coussinets charnus s'étant affaissés par compression, il n'est resté en saillie que les cicatrices foliaires, qui alors paraissent distantes les unes des autres de toute la marge agrandie mais actuellement effacée des coussinets. Ces remarques et d'autres considérations que nous avons développées dans notre travail, nous ont déterminé à conserver comme genres distincts dans chacune des deux sections, les Sigillaires à cicatrices contiguës et les Sigillaires à cicatrices écartées.

Figure 13.



Favularia elegans.

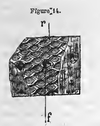
r, r' r"/ Cicatrices laissées par les épis reproducteurs et placées entre les lignes verticales de cicatrices foliaires.

Nous insistons dans la Flore d'Autun sur la structure des tiges, des feuilles, des rhizomes (Stigmaria) des Sigillaires à écorces cannelée et à écorce lisse. Nous faisons remarquer : 1° la différence de structure des tiges dans les deux sections : le cylindre ligneux en effet est très riche en bois primaire chez les Sigillaires cannelées, réduit à quelques faisceaux grêles, au contraire, chez les Sigillaires à écorce lisse ; 2° que les rameaux portant les épis de fructifications naissent *entre* les lignes verticales de cicatrices foliaires dans le premier groupe : *r*, *r'*, fig. 13 ; *au-dessus* d'une cicatrice, par conséquent à *l'aisselle* d'une feuille, dans

1. *Flore fossile de Commentry*, 2e partie, p. 530, 1888, pl. LXII, fig. 7 et 8.

le second, fig. 14, comme chez les plantes phérogames. Nous en avons conclu que ces deux sections restaient séparées tout aussi bien par certains caractères botaniques importants que par leur niveau géologique.

Figure 14.



Clathraria Menardi.

r/ Cicatrices d'épis reproducteurs.

f/ Cicatrice de feuille placée au-dessous du rameau et déviée un peu à gauche.

Les *Stigmaria* (rhizomes) appartenant aux deux sections ont été l'objet de nouvelles recherches. Nous avons démontré que les *Stigmaria* des Sigillaires à écorce lisse, à part leur *écorce* et leurs *cicatrices*, étaient *organisées de la même façon que les tiges aériennes qui leur correspondent*, et qu'il était impossible, au point de vue anatomique, d'y voir des racines.

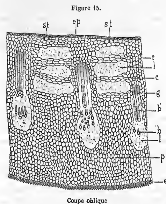
Les feuilles des Sigillaires à écorce lisse soumises à un nouvel examen ont pu être comparées aux feuilles de Lépidodendrons dont nous avons fait connaître la structure. De part et d'autre, le faisceau vasculaire est réduit à une lamelle aplatie, bi-centre, entourée de liber, et environnée plus extérieurement d'une gaine de cellules vasiformes. Les Sigillaires perdent donc dans leur feuille une partie de leur bois, celle qui correspond au bois secondaire, lequel existe à l'intérieur de l'écorce et du cylindre ligneux de la tige; le cordon foliaire cesse d'être diploxylé dans les feuilles. Chez les Lépidodendrons, le cordon est monoxylé sur toute sa longueur. Nous avons repris l'étude des cicatrices des Syringodendrons et confirmé nos anciennes observations : que ces cicatrices si développées et si apparentes sont les deux arcs latéraux accompagnant la cicatricule du cordon foliaire des Sigillaires, ces deux arcs qui prennent un développement extraordinaire suivant en cela la partie corticale où ils se trouvent, et deviennent peu à peu des appareils sécréteurs importants. Les Syringodendrons doivent donc être considérés comme des troncs de Sigillaires âgées, dont les cicatrices foliaires et leurs coussinets ne pouvant suivre l'accroissement incessant de la tige se sont détachés complètement.

Neuf planches de notre Atlas sont consacrées à l'étude des Lépidodendrons et des Sigillaires.

N° 152. — *GENRES A PLACE INDÉTERMINÉE.*

Un chapitre a été réservé à des genres dont la place est encore indéterminée, tels que : 1° le genre *Heterangium* dans lequel nous avons fait rentrer quelques espèces décrites autrefois par nous sous les noms de *Poroxylon Duchartrei, Lycopodium punctatum* et *L. Renaulti*.

Figure 15.



Coupe oblique
du limbe d'une feuille stérile de *Dolerophyllum*.

ep/ Épiderme supérieur formé d'éléments aplatis.
st/ Stomates.
c/ Bandes de cellules allongées allant d'une nervure à l'autre.
l/ Vide laissé par la destruction d'un tissu lâche et lacuneux.
g/ Cellules de la gaine.
b'/ Bois primaire centripète.
b/ Bois secondaire centrifuge.
l'/ Lacune laissée par la destruction du liber et des cellules à gomme.
p/ Parenchyme cellulaire.
e'p'/ Épiderme inférieur.

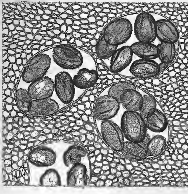
2° Le genre *Dolerophyllum*, caractérisé par ses larges feuilles discoïdes, charnues, parcourues par de nombreuses nervures rayonnantes, curvilignes, se détachant sur les empreintes sous la forme de filets houillifiés brillants. Beaucoup de ces feuilles étant flottantes, les stomates sont placés en dessus, et dans le parenchyme de la feuille on remarque de nombreuses lacunes aériennes, favorisant leur station à la surface des eaux : *l*, fig. 15.

Le genre *Dolerophyllum* est surtout intéressant par ses organes de fructifications mâles, en forme de disques peltoïdes, charnus, épais, larges de six centimètres, fixés un peu excentriquement sur un pédicelle robuste plongé dans l'eau, le disque seul flottait à la surface.

Le tissu cellulaire, lacuneux du disque était traversé perpendiculairement à sa surface par un nombre considérable de cavités cylindriques à section transversale elliptique : fig. 16.

Cette préparation est prise dans un fragment de disque silicifié. Sur les empreintes, on reconnait facilement que ces sortes de tubes étaient déposés en lignes rayonnantes curvilignes à partir du point d'attache du disque. De gros grains de forme ellipsoïdale, mesurant suivant le grand axe 460 μ et suivant le petit 330 μ environ, en occupent l'intérieur. Ces grains sont parcourus sur un côté par deux sillons dirigés suivant deux méridiens. A sa maturité le grain se fendait suivant ces deux sillons et la large ouverture produite permettait la sortie de l'intine contenant un prothalle pluricellulaire. Nous reviendrons plus loin sur cette curieuse structure des grains de pollen (Prépollinies) des *Dolerophyllum*.

Figure 16.



Coupe transversale d'une portion de disque fructifère de *Dolerophyllum* montrant les prépollinies dans leurs loges.

N° 153. — Un chapitre est consacré à la description des Poroxylées B. R.

Nous passons en revue l'organisation de la tige, des rameaux et des feuilles, nous rappelons que le cylindre ligneux contient, comme celui des Sigillaires à écorce lisse, des faisceaux ligneux diploxylés, c'est-à-dire formés de bois centripète et de bois centrifuge; que le cordon foliaire est diploxylé dans son parcours à travers la tige, dans l'intérieur du pétiole et le limbe des feuilles. Voici quelques-unes des conclusions auxquelles nous sommes arrivé avec M. C. Bertrand :

Les Poroxylons sont des Phanérogames gymnospermes inférieures, mais avec des tiges et des feuilles parfaitement caractérisées comme axe et comme appendice de plantes phanérogames.

A l'inverse de ce qui se passe dans les tiges ordinaires vivantes, le bois primaire des faisceaux s'y différencie des centres trachéens vers le centre de la tige. De telles productions centripètes n'existent, dans les tiges, que dans les stypes de certaines Cryptogames vasculaires, telles que les Lycopodiées, les Phylloglossées, les Lépidodendrées, etc. On trouve donc chez les Poroxylons des traces d'une organisation qui rappelle celle de certaines Cryptogames vasculaires à structure radiée; c'est le seul caractère cryptogamique isolé au milieu de tout un ensemble de caractères phanérogamiques; ce sont donc des plantes plus voisines des Cryptogames centradesmides que nos Cycadées, mais montrant déjà les caractères de l'organisation des Phanérogames et ne possédant qu'un reste de l'organisation cryptogamique, reste qui se montre dans la tige, les pétioles et les feuilles.

Les Poroxylons sont un type fossile sans représentants dans la nature actuelle; ce sont, comme nous l'avons dit, des Phanérogames gymnospermes inférieures, plus voisines des Cryptogames vasculaires à structure radiée que nos Cycadées, mais supérieures aux Sigillaires, aux *Sigillariopsis*, aux *Heterangium*.

N° 154. — *FAMILLE DES CYCADOXYLÉES* B. Renault.

Dans cette famille, nous avons réuni quelques genres offrant un certain nombre de caractères cycadéens, qui les rapprochent davantage des plantes actuelles, ce sont les genres : *Medullosa* Cotta, *ex parte; Colpoxylon* Brongniart[1]; *Cycadoxylon* B. Renault; *Ptychoxylon* B. Renault; *Pterophyllum* Brongniart; *Sphenozamites* Brongniart; *Cycadospadix* Schimper.

Les genres *Medullosa*, *Cycadoxylon*, fig. 7, pl. IV, *Ptychoxylon*, fig. 5, pl. V, présentent, sur une section transversale de leur tige, plusieurs cylindres ligneux concentriques. Le plus extérieur est formé de lames de trachéides ponctuées rayonnantes séparées par des rayons médullaires et dont l'accroissement par le fonctionnement d'une zone cambiale a été centrifuge; les cylindres ligneux intérieurs formés également de lames de trachéides ponctuées rayonnantes semblables à celles du cylindre extérieur, se sont accrues par le fonctionnement d'une zone cambiale

1. Le genre *Colpoxylon* a été décrit avec détail et figuré pour la première fois.

interne; le liber est tourné vers le centre de la tige. L'accroissement a été centripète comme chez beaucoup de Cryptogames, mais avec cette différence capitale que cette addition de bois secondaire est due à une zone génératrice normale. Le cordon foliaire chez les *Medullosa* est formé dans la tige d'un seul bois centrifuge avec le liber externe, les *Ptychoxylon* possèdent au contraire dans leur portion caulinaire un cordon foliaire diploxylé, fig. 6, pl. IV, par conséquent, s'éloignent plus des Cycadées que les *Medullosa*.

Les *Pterophyllum Cambrayi* B. Renault, le *Sphenozamites Rochei*, sont des empreintes de frondes de Zamiées qui paraissent se rapprocher des Zamiées actuelles; il en est de même du *Cycadospadix milleryensis* B. Renault, qui se compose d'un axe muni de bractées portant chacune deux graines placées latéralement; ces dernières sont protégées par une expansion frangée de la bractée et non par un épaississement peltiforme, comme dans les épis femelles des Zamiées actuelles.

N° 155. — ***FAMILLE DES CORDAÏTÉES***, Grand'Eury.

La famille des Cordaïtées comprend les genres suivants : *Cordaites* Grand'Eury; *Dorycordaites* Grand'Eury; *Poacordaites* Grand'Eury; *Scutocordaites* B. Renault et R. Zeiller. Nous y avons ajouté le genre *Cordaiopsis* contenant deux espèces, le *C. elliptica* et le *C. elongata*.

Nous rappelons la structure anatomique des tiges, rameaux, racines, feuilles, chatons mâles, régimes femelles, etc., des Cordaïtes. Il nous est impossible de résumer les nombreuses pages que nous consacrons à cette étude; nous dirons seulement à propos des fructifications, voir pl. V, que les fleurs étaient monoïques; les fleurs mâles composées de groupes d'étamines munies d'un filet surmonté de trois ou quatre anthères en forme de cornet. Les grains de pollen, *prépollinies*, atteignaient 120 μ de longueur, et dans leur intérieur se développait un prothalle composé de huit à dix cellules.

Les graines de Cordaïtes sont orthotropes avec nucelle dressé dont le sommet prolongé en tube pénètre plus ou moins dans le canal micropylaire. Le nucelle est toujours creusé en haut d'une chambre pollinique; à sa base le faisceau chalazien forme deux systèmes vasculaires, l'un extérieur à l'endotesta, l'autre s'élevant dans l'épaisseur du nucelle.

Dans les graines de Cycadées actuelles on remarque aussi deux tégu-

ments, une chambre pollinique à la partie supérieure du nucelle, deux systèmes vasculaires partant de la chalaze : l'un se rend dans les téguments comme chez les Cordaïtes, mais le second reste dans la partie commune au nucelle et aux téguments, et ne s'élève jamais dans l'intérieur du nucelle pour envelopper plus ou moins le sac embryonnaire.

Le cordon foliaire des Cycadées, comme celui des Cordaïtes, est simple dans sa portion caulinaire, *double* dans sa partie aérienne.

Les Cordaïtes ont un certain nombre de caractères qui les rapprochent des Cycadées, mais d'autres qui les en éloignent, tels que : 1° la structure anatomique dea tiges; 2° la ramification si abondante à la partie supérieure des troncs de Cordaïtes, nulle ou presque nulle, au contraire, chez les Cycadées actuelles; 3° l'organisation et la disposition des fleurs mâles et femelles.

Il n'est pas possible d'en faire des Cycadées proprement dites, mais encore moins des Taxinées ou des Gnétacées; elles constituent à juste titre une famille indépendante qui a débuté de bonne heure, puisque le *Cordaites Robbii* se rencontre dans le Dévonien d'Amérique, et qui s'est continuée jusqu'à la fin du terrain permien : on rencontre en effet, dans le grès rouge de Montcenis (Saône-et-Loire), de nombreux fragments de bois silicifiés qui appartiennent à ces végétaux.

N° 156. — ***CONIFÈRES.***

Les Conifères sont représentées à la fin de la période houillère et pendant la période permienne par un grand nombre de genres. Dans notre Flore d'Autun, nous nous sommes occupé des genres suivants :

G. *Walchia* Sternberg; G. *Hapaloxylon* B. Renault; G. *Retinodendron* B. Renault; G. *Cedroxylon* Kraus; G. *Dicranophyllum* Grand'Eury; G. *Pinites* Lindley et Hutton; G. *Trichopitys* Saporta; G. *Antholithus* Brongniart.

Parmi les *Walchia* que nous avons figurés, nous citerons seulement un rameau feuillé portant plusieurs cônes à la partie inférieure. Quelques-uns de ces cônes sont fendus en long et laissent voir un certain nombre de graines ouvertes; leur intérieur est pyriteux mais leur forme est parfaitement distincte. Elles sont aplaties, atténuées aux extrémités, longues de quatre à cinq millimètres et terminées assez brusquement en pointe courte et aiguë, dépourvues de couronne et sans appareil disséminateur

visible. Sur le rameau spicifère, les feuilles sont grêles, longues de cinq à six millimètres, recourbées en dessus; sur le rameau principal, long de dix-sept centimètres, les feuilles atteignent huit à neuf millimètres.

La forme des fructifications et celle des feuilles insérées sur les rameaux rapprochent certains *Walchia* des *Araucaria* australiens vivants.

Le genre nouveau *Hapaloxylon* est caractérisé par des tiges ou rameaux cylindriques marqués à la surface de nombreuses cicatrices elliptiques, allongées dans le sens de l'axe, ombiliquées au centre, présentant de temps à autre des nodosités indiquant les bases d'insertion des rameaux autour de la tige. La moelle, d'un diamètre moyen, est entourée par un cylindre ligneux d'une constitution spéciale; le bois primaire peu développé forme un mince étui autour de la moelle; le bois secondaire, épais, est composé de trachéides ponctuées, de fibres sans ponctuations, et de *parenchyme* ligneux; les fibres lisses et les trachéides sont disposées en séries rayonnantes séparées par des rayons médullaires *simples;* il n'y a pas trace de vaisseaux.

Le liber forme une couche épaisse dans laquelle on distingue deux sortes d'éléments : des tubes grillagés et des cellules parenchymateuses, disposés alternativement avec une grande régularité, comme dans les Poroxylées.

Les racines possèdent un bois primaire-tricentre, entouré par un bois secondaire épais, de même constitution que celui des tiges.

Dans le genre *Retinodendron,* la moelle relativement volumineuse est entourée d'un cylindre ligneux formé de trachéides ponctuées, disposées en séries radiales, séparées par des rayons cellulaires composés.

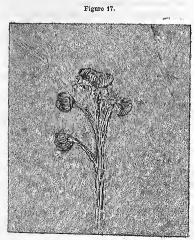
Le liber acquiert une épaisseur plus grande que celle du bois et se distingue par une organisation spéciale; il comprend, en outre des cellules grillagées, plusieurs assises composées de canaux à résine et de cellules sclérifiées, disposés en zones concentriques alternant régulièrement. La première assise contient neuf de ces zones; la deuxième en renferme vingt-trois à vingt-quatre ; la troisième, la plus extérieure, cinquante. Comme l'échantillon était incomplet, nous n'avons pu suivre plus loin la série des assises.

La structure du bois indique que ce genre nouveau appartient aux Gymnospermes; sa densité et le peu d'épaisseur des rayons cellulaires ligneux l'éloignent des Cycadées; mais ces mêmes rayons qui sont com-

posés d'une ou deux rangées de cellules en épaisseur l'écartent également des Conifères vivantes : il faisait donc partie, comme le genre *Hapaloxylon*, d'une famille de Gymnospermes actuellement éteinte.

Le genre *Cedroxylon* ne paraissait pas descendre plus bas que le Rhétien, où il est représenté par le *Cedroxylon pertinax* de Kraus. Le *Cedroxylon varollense* que nous avons décrit montre que le genre en question est plus ancien et qu'il descend jusque dans les couches supérieures du terrain permien d'Autun (horizon de Chambois).

Figure 17.



Antholithus permiensis.

L'inflorescence que nous avons désignée sous le nom d'*Antholithus permiensis*, fig. 17, est curieuse : par son port elle rappelle l'inflorescence de certaines plantes angiospermes; le rameau principal, de même que les rameaux secondaires, sont terminés par une fleur. Cette inflorescence ne se rapproche d'aucune de celles qui ont été décrites et qui ont été rapportées soit à des Cycadées, soit à des Conifères.

Parmi les Gymnospermes actuelles, les moins dissemblables seraient peut-être les inflorescences de *Glyptostrobus*, ou mieux celle des *Tsuga*, si on voulait ranger cet antholithe dans la classe des Conifères.

Le *Tsuga Brunoniana* entre autres, de la Chine occidentale, présente des strobiles d'assez faible dimension (sept à huit millimètres de hauteur), formés de bractées arrondies sur leur bord extérieur, munies d'un onglet à la base qui leur sert d'attache; leur surface est marquée de stries lon-

gitudinales, mais ces analogies extérieures ne permettent pas un rapprochement bien intime; pour juger de sa valeur il faut attendre d'autres échantillons plus complets.

N° 157. — *GRAINES.*

Dans notre *Flore du bassin houiller d'Autun et d'Épinac,* nous avons divisé les nombreuses graines fossiles en trois groupes :

1° Graines à symétrie binaire;

2° Graines symétriques autour d'un point, non ailées;

3° Graines symétriques autour d'un point, mais portant des ailes.

1° Les graines à symétrie binaire sont caractérisées : d'abord par leur forme généralement aplatie; ensuite par la présence de quatre faisceaux vasculaires parcourant la graine, suivant son plan principal, de la région chalazienne à la région micropylaire, deux s'élevant entre l'endotesta et le sarcotesta, les deux autres à *l'intérieur* du nucelle.

Les principaux genres sont les suivants :

Cordaicarpus Grand'Eury, *Rhabdocarpus* Gœppert, *Cycadinocarpus* B. Renault. Dans ce dernier genre, les deux faisceaux vasculaires internes ne montent pas dans *l'intérieur* du nucelle comme cela se voit dans presque tous les genres de graines houillères, mais à l'extérieur du nucelle, comme cela se présente dans quelques graines de Gymnospermes actuelles.

2° Les graines à symétrie autour d'un point, non ailées, contiennent, entre autres, les genres *Pachytesta* Brongniart, *Codonospermum* Brongniart, *Trigonocarpus* Brongniart, *Colpospermum* B. Renault.

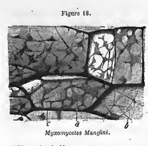
3° Graines symétriques autour d'un axe, ailées. Dans cette section se trouvent les genres *Tripterospermum* Brongniart, *Hexapterospermum* Brongniart, *Hexagonocarpus* B. Renault.

Après avoir donné et figuré de nombreux détails sur ces différents genres de graines, nous passons à la classification des différentes espèces de végétaux étudiés dans ce travail; nous choisissons, comme caractère principal, la présence ou l'absence du bois centripète et du bois centrifuge; dans les tiges, la portion caulinaire et la portion aérienne des cordons foliaires. Nous donnons plus loin, n°s 167-169, comme exemple d'une application de la Botanique fossile, les détails sur ce mode de classification artificielle.

N° 158. — *PARASITES DIVERS.*

Dans les chapitres suivants, nous passons en revue quelques parasites vivant sur ou aux dépens d'organes de plantes diverses, et en particulier des Lépidodendrons. Nous en citerons quelques-uns :

Figure 18.



Myxomycetes Mangini.

a/ Plasmodes de *Myxomycetes*.
b/ Filaments non recouverts de protoplasma.
c/ Parois des cellules du liège.

Le *Myxomycetes Mangini* se montre sous la forme de masses protoplasmiques, *a*, fig. 18, se soudant par leurs prolongements, de dimensions et de formes variées et disposées en une sorte de réseau irrégulier à l'intérieur des cellules du liège.

Cette disposition en réseau n'est qu'accidentelle et provient sans doute de ce que le Myxomycète, après avoir pénétré dans les cellules en partie désorganisées par des bactéries, s'est servi de filaments mycéliens, *b*, préexistants, pour progresser dans leur intérieur. Aucune fructification ne se rencontre ni à l'intérieur ni en dehors des cellules ; il est donc impossible en ce moment d'indiquer le genre auquel pourrait être rapporté ce curieux exemple d'Endomyxée.

Genre *OOCHYTRIUM* B. Renault.

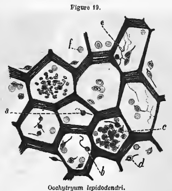
Le cylindre ligneux des Lépidodendrons du Culm est, comme on le sait, complètement plein, sans aucune trace de tissu cellulaire, et formé de trachéides rayées, dont les ornements ont conservé leurs plus fins détails.

Dans l'intérieur des vaisseaux, fig. 19, on remarque souvent un certain nombre de filaments tantôt simples, tantôt plusieurs fois ramifiés, de longueur variable, pluricellulaires : ce sont évidemment des mycélium à divers états de développement.

Beaucoup d'entre eux ont leur rameau principal terminé par une ampoule ovoïde dont le grand axe mesure en moyenne 12 à 15 μ, le petit axe 9 à 10 μ.

Certains mycélium paraissent en avoir porté plusieurs, *e*. La paroi des sporanges est assez fortement cuticularisée, brune et de forme très régulière; l'une des extrémités, que l'on peut considérer comme la base, est

Figure 19.



Oochytryum lepidodendri.

a/ Sporange muni à une extrémité d'un fragment de mycélium et de l'autre d'un rostre, par où s'échappe une traînée de zoospores ?

b/ Sporange muni d'un mycélium sinueux et d'un rostre.

c/ Sporanges détachés de leur support et réunis en grand nombre dans la cavité d'un vaisseau.

d/ Sporange dans lequel le protoplasma s'est contracté en forme de boule et rassemblé près du rostre.

e/ Mycélium rameux portant deux sporanges

f/ Sporanges de forme sphérique.

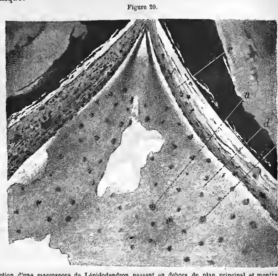
soudée à une portion de mycélium de longueur variable; l'extrémité opposée est munie d'un orifice entouré d'un rebord paraissant recouvert d'un opercule. Cette Chytridinée fait partie de la tribu des Endogènes, mais elle ne se rattache directement à aucun des genres *Olpidium*, *Rozella*, *Woronina*..... qui constituent cette tribu. Nous lui avons donné le nom de *Oochytrium lepidodendri*.

Genre *LAGENIASTRUM*, B. Renault.

Le genre *Lageniastrum* n'est connu que par une ou deux espèces rencontrées dans les macrospores des Lépidendrons du Culm de Combres (Loire) et d'Esnost (Saône-et-Loire); il est caractérisé par l'association

d'un nombre considérable d'algues réunies par une membrane de gélose ayant la forme d'une bouteille à panse élargie et à goulot triangulaire conique.

Figure 20.



Section d'une macrospore de Lépidodendron passant en dehors du plan principal et montrant une partie de la colonie de *Lageniastrum* qui s'y est développée.

a/ Algues formant la colonie.
d/ Membrane de gélose dans laquelle sont plongées les algues-filles.
e/ Parois de la macrospore.

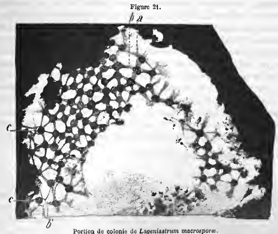
Les algues sont réparties régulièrement sur cette membrane, *a*, *a*, fig. 20; mais elles sont plus rapprochées entre elles près de l'orifice conique, que sur le côté opposé.

Les algues sont sphériques ou lenticulaires. Quand elles ont atteint à peu près leurs dimensions finales, la membrane de gélose subit une transformation intéressante; elle se rassemble en filaments qui continuent

à réunir les différents individus de la colonie, de façon qu'à ce moment elle apparait sous la forme d'un réseau à mailles triangulaires ou polygonales, dont chacun des angles est occupé par une algue, fig. 21.

Bientôt la dispersion des individus formant la colonie commence, c, fig. 21 ; mais la séparation n'est pas générale et simultanée ; chacun d'eux

Figure 21.



Portion de colonie de *Lageniastrum macrosporæ*.

a/ Algues de la colonie.

b/ Cordons de gélose réunissant les petites colonies et circonscrivant des espaces triangulaires ou polygonaux.

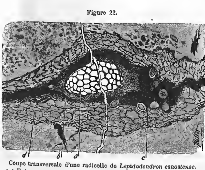
c, c/ Colonies-filles se séparant du réseau gélosique, pour se disperser et laissant un filet circulaire à la place qu'elles occupaient.

se sépare en laissant une mince couronne de gélose et les bandes qui le réunissaient aux individus voisins. Certaines parties du réseau apparaissent comme formées de mailles triangulaires ou carrées, dont les angles sont occupés par des circonférences qui marquent la place des algues disparues. Les individus entraînés pouvaient entrer facilement dans les macrospores ouvertes du voisinage et donner naissance à une colonie semblable à celle d'où ils étaient issus.

Les algues que nous venons de décrire très succinctement, font partie des Cénobiées que l'on a coutume de diviser en Volvocinées et Hydrodictyées. Dans la tribu des Hydrodictyées, le genre *Cœlastrum* Nægeli, renferme des algues groupées en colonies, de forme cubique ou sphérique. Certaines espèces, *Cœl. verrucosum* Reinsch, *Cœl. reticulatum* Dangeard, présentent, à certains moments de leur évolution, les algues-filles disjointes, retenues entre elles seulement par un filament, reste d'une membrane commune qui offrait à sa surface des épaississements localisés en réseaux irréguliers. Les algues que nous venons de décrire, quoique rappelant dans une certaine mesure, par le mode de liaison des colonies-filles, les *Cœl. verrucosum* et *Cœl. reticulatum* en diffèrent sensiblement : le nombre des cellules-filles est bien plus considérable; le réseau était bien plus résistant dans l'espèce fossile, puisqu'il conserve sa disposition et son aspect après le départ des algues-filles. Il avait donc une certaine indépendance, de plus, la forme de la colonie n'est ni sphérique ni cubique. Le nom de *Lageniastrum macrosporæ,* que nous lui avons donné, rappelle la forme de la colonie entière et de son habitat.

Genre *ARTHROON* B. Renault.

Figure 22.



Coupe transversale d'une radicelle de *Lepidodendron esnostense.*
a / Faisceau vasculaire de forme elliptique occupant le centre de la radicelle.
b / Liber mal conservé.
c / Œufs d'arachnides.
d / Tissu parenchymateux de l'écorce.

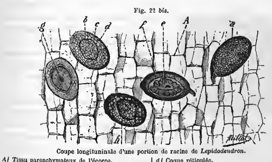
A l'intérieur des racines de Lépidodendron de Combres et d'Esnost on rencontre quelquefois des corps ovoïdes, *c*, fig. 22, qui paraissent être des œufs d'Arachnides ou d'insectes aquatiques. Les radicelles de Lépidodendron, assez différentes de celles des Sigillaires, et dont on n'avait pas encore fait connaître l'organisation, se composent

d'un cylindre ligneux central à section elliptique, formé de trachéides rayées : elles semblent présenter deux centres de différenciation, avant leur bifurcation. Le liber constitué par du parenchyme libérien et des cellules grillagées est souvent altéré ; l'écorce de la racine, presque uniquement formée de cellules à parois minces souvent écrasées, ne pouvait présenter une grande résistance, étant dépourvue de tissus subéreux et hypodermique. C'est entre l'assise libérienne et la couche parenchymateuse de l'écorce que se trouvent logés les œufs en question. Leur nombre est considérable : sur des coupes faites dans une même radicelle toutes en renferment ; on peut en compter 8 à 24 dans une même préparation atteignant à peine $0^{mm}1$, d'épaisseur ; dès lors, sur une longueur de racine de plusieurs centimètres, le nombre de ces œufs difficile à apprécier doit être certainement considérable.

Ils mesurent 160 μ suivant le grand axe et 100 μ suivant le petit ; l'une des extrémités est munie d'un pédicelle droit ou recourbé long de 30 μ.

La coque est brune, résistante, ils ne sont pas déformés quoique serrés les uns contre les autres par l'écrasement des tissus environnants.

Fig. 22 *bis*.



Coupe longituninale d'une portion de racine de *Lepidodendron*.

A/ Tissu parenchymateux de l'écorce.
a/ Œuf vu en dessus montrant sa coque finement réticulée prolongée en pédicelle.
b/ Membrane vitelline vide.
c/ Vitellus granuleux.
d/ Coque réticulée.
e/ Traces de métamérisation périphérique.
f/ Membrane vitelline.
g/ Nucléus.
h/ Œuf montrant sa coque corrodée à la surface.

La surface est creusée de petites cavités irrégulières ou présente l'aspect réticulé, *a*, *d*, que l'on rencontre fréquemment sur les œufs de beau-

coup d'insectes vivants. A l'intérieur du chorion on remarque une membrane continue, *f*, fig. 22 bis, lisse ou plissée, placée à une petite distance de ce dernier. Cette enveloppe de couleur claire et sans trace d'organisation peut être considérée comme la membrane vitelline ; elle est munie du côté du pôle portant le pédoncule d'un petit prolongement conique placé en face et s'engageant dans l'orifice micropylaire du chorion. Dans quelques exemplaires on voit en dedans de la membrane vitelline une enveloppe contenant des traces évidentes de métamérisation périphérique, *e*. La plupart du temps la membrane vitelline est vide, mais quelquefois elle contient un certain nombre de petites sphères de couleur foncée, inégales, qui représentent des gouttelettes de matière grasse du vitellus.

L'introduction des œufs à l'intérieur de la racine était relativement facile à cause de la nature des tissus mous constituant l'écorce.

Ce sont certainement les œufs d'insectes fossiles les plus anciens que l'on connaisse maintenant.

Nous consacrons ensuite quelques pages à la description de Mucorinées, *Palæomyces gracilis*, *Pal. majus*, rencontrées dans les quartz d'Esnost.

Fig. 23.

Gloioconis Borneti.
a / Cellule-fille non encore divisée.
b / Cellule-fille montrant une bipartition.
c / Colonie formée de quatre cellules, provenant de deux bipartitions successives ; celle de gauche est antérieure à celle de droite.

Puis nous abordons l'étude des Coprolithes permiens, qui renferment de nombreux débris végétaux et animaux reconnaissables au microscope.

Parmi ces débris nous citerons une Mucédinée, *Mucedites stercoraria* Bertrand et Renault, une algue nouvelle, le *Gloioconis Borneti*, fig. 23.

Le nouveau genre *Gloioconis* renferme des Algues unicellulaires, gélatineuses, réunies par groupes de 2, 4... en zooglée, globuleuse, pleine, mesurant 260 μ de diamètre environ. Les thalles sont de petites dimensions ; au moment de leur division, chaque cellule-fille s'entoure d'une couche de gélose et le groupe formé à la suite de 1, 2 divisions, c'est-à-dire contenant 2, 4 individus, se détache en couleur plus claire au milieu de la masse de gélose commune qui est teintée de brun. Le thalle unicellulaire ne contient pas de noyau visible. Une colonie

adulte composée de quatre cellules atteint environ 60 μ. L'Algue isolée dépourvue de gélose mesure 8 à 10 μ; avec son enveloppe 35 μ environ. Nous n'avons pu constater ni noyau ni gonidies.

Dans la famille des Nostochacées le genre *Glœocapsa* parait assez voisin de notre genre fossile par ses cellules globuleuses, libres ou réunies en colonies composées de 2, 4, 8 individus; par son mode de division suivant trois directions.

Mais dans le genre fossile on ne voit pas de couches de gélose concentriques entourant l'ensemble des colonies. Les cellules-filles et leur couche de gélose homogène paraissent simplement plongées dans une masse gélosique commune. Cette particularité, la faible taille des thalles de *Gloioconis*, ainsi que leur ancienneté, nous ont décidé à créer un genre nouveau.

N° 159. — Remarque sur la formation schisteuse du bassin d'Autun.

Dans un chapitre assez étendu nous étudions les nombreuses Bactéries rencontrées dans les coprolithes, les ossements provenant des schistes bitumineux, dans les silex d'Autun, d'Esnost, de Grand'Croix. Nous donnons, numéro 163, cette étude, comme un exemple de l'utilité des recherches de Botanique fossile.

Nous faisons suivre la description des Bactéries primaires de *remarques* générales sur la formation schisteuse et le Boghead d'Autun. Nous examinons les trois étages qui composent le terrain permien de cette région et les plantes fossiles qui les caractérisent; ces trois étages sont :

1° Celui d'Igornay, Lally, Saint-Léger-du-Bois.

2° Celui de la Comaille, le Poizot, Ravelon, Dracy-Saint-Loup, etc.

3° Celui de Millery, les Thélots, Margenne.

Nous insistons tout particulièrement sur ce dernier étage dans lequel se trouvent placés les champs si connus de la Justice, des Borgis, des Espargeolles... qui ont fourni une riche moisson de végétaux silicifiés.

C'est également à ce niveau que se rencontre la couche de Boghead dont l'étude microscopique a montré, pour la première fois, que les combustibles désignés sous le nom de Boghead avaient été produits par l'accumulation en nombre immense d'algues gélatineuses, microscopiques, vivant à la surface des lacs de l'époque. Nous revenons sur cette question importante dans le numéro 162.

Application des données fournies par la Botanique fossile à la solution de divers problèmes de géologie et de botanique.

Nous examinerons seulement à deux point de vue différents l'utilité de la Botanique fossile :

1° Sous le rapport des services qu'elle peut rendre, lorsqu'il s'agit de déterminer l'âge géologique des terrains, et dans certains cas, lorsqu'il est question de la constitution même des couches.

2° Sous le rapport des notions qu'elle peut fournir sur l'évolution des plantes en général et certains de leurs organes en particulier.

Nous insisterons sur ce dernier point de vue comme intéressant davantage la Botanique générale.

N° 160. — *Applications des notions fournies par la paléontologie végétale à la détermination de l'âge des terrains.*

I. — Deux lois fondamentales servent de base pour la distinction des couches de terrains qui ont conservé des empreintes végétales, ce sont :

1° La loi de concordance des espèces.

2° La loi de leur extinction.

D'après la première, les Flores se sont succédé dans le même ordre et simultanément sur toute la terre, depuis le moment où elles ont apparu jusqu'aux terrains crétacés.

D'après le deuxième, lorsqu'une espèce végétale s'éteint dans une région déterminée du globe, c'est pour toujours; il n'y aura jamais dans la suite retour de cette espèce dans les couches superposées d'origine plus récente.

A partir des terrains crétacés, la première de ces lois ne reste vraie que si, au lieu de considérer le globe entier, on ne l'applique qu'aux terrains qui se sont formés à une même latitude et dans des conditions analogues; car les Flores des régions arctiques et des régions tropicales commencent déjà à se différenoier, et la séparation s'accuse de plus en plus à mesure que l'on se rapproche de l'époque actuelle. Les Flores des régions

tropicales, moins avancées, doivent donc être aussi moins complètes que celles des contrées polaires ; mais en revanche elles sont en liaison plus intime avec celles du passé.

La deuxième de ces lois ne paraît pas non plus souffrir d'exception aux époques antérieures au terrain crétacé, mais on comprend la possibilité de voir, à partir de cette époque, réapparaître une espèce dans une localité où elle s'était éteinte sous l'influence de perturbations passagères, par son retour des contrées où, les conditions d'existence étant restées les mêmes, cette espèce avait persisté.

C'est ainsi que l'on peut citer certaines espèces de plantes de pays tempérés qui ont réapparu dans des points qu'elles avaient été obligées de quitter pendant la période glaciaire, et continuent d'y vivre maintenant.

Mais en dehors de quelques exceptions qui peuvent se présenter depuis que la Latitude a exercé une influence marquée sur la distribution de la chaleur et de l'humidité, cette loi peut être appliquée d'une manière très générale.

Ces deux lois étant appliquables aux époques primaires, nous avons pu nous en servir pour fixer, au moyen des plantes fossiles, les limites du terrain permien et du terrain houiller du bassin d'Autun[1]. Les limites respectives de ces deux sortes de terrain présentaient quelques difficultés pour être précisées ; car si au sud et à l'est le terrain houiller déborde d'une façon très nette les couches permiennes et peut être reconnu sur le contour, il n'en est plus de même au nord : il y a eu transgression du terrain permien sur les assises houillères, et ces dernières se perdent sur une grande étendue, recouvertes soit par des alluvions anciennes, soit par des assises permiennes. En suivant la bordure du bassin on peut donc passer brusquement sur des couches d'âge fort différent.

La présence de certaines plantes trouvées entre les feuillets des schistes, telles que *Pecopteris Pluckeneti*, *P. (Goniopteris) unita*, *P. hemitelioides*, *Calamites Cisti*, *Cordaites borassifolius*, etc., etc., nous ont appris qu'à l'ouest et au nord-ouest, le terrain houiller supérieur était en bordure depuis le hameau des Griveaux jusqu'à la Charmoye, tandis que, en s'écartant des bords en ligne droite pour se rapprocher du centre du bassin, on

1. Michel Lévy, E. Delafond et B. Renault. *Carte géologique du Bassin d'Autun et d'Épinac* à l'échelle de 1/40000, 1889.

rencontre, à quelques centaines de mètres, des *Walchia*, des *Callipteris*, etc., végétaux caractéristiques des terrains permiens. Le bassin houiller était donc plus étendu de ce côté que le bassin où se sont formées les couches permiennes.

Au nord, depuis la Charmoye jusqu'au Grand-Moloy, on ne rencontre plus en bordure de plantes houillères, mais alternativement des bancs renfermant des plantes permiennes et des argiles tertiaires. Le terrain houiller a été recouvert complètement dans toute cette région.

Nous citerons encore un exemple pour montrer l'intérêt que peut présenter la détermination des plantes fossiles pour préciser l'âge d'un terrain. Au milieu des tufs orthophyriques qui forment une partie des roches éruptives, au nord-ouest du bassin d'Autun, se trouvent des enclaves d'Anthracite, qui ont été exploitées à Esnost, à Polroy, au Bois-Saint-Romain. L'isolement de ces gisements au milieu de tufs éruptifs rendait difficile leur classement, au moyen des seules ressources de la statigraphie; mais l'étude des plantes fossiles renfermées dans ces enclaves a permis de résoudre le problème. En effet, nous avons rencontré *en empreinte*, à Esnost, des portions de fronde de *Cadiopteris polymorpha*; au Bois-Saint-Romain, des rameaux de *Bornia radiata;* à Polroy, des fragments de *Lepidodendron*. Les deux premières espèces sont caractéristiques du Culm, par conséquent nous avons pu en conclure que ces lambeaux d'Anthracite isolés appartenaient à cet étage.

L'étude des végétaux *silicifiés* épars dans les tufs orthophyriques est venue confirmer cette première déduction tirée des empreintes.

Les plantes que nous avons découvertes dans le gisement d'Esnost sont nombreuses, nous pouvons citer les espèces suivantes :

Calamodendrées............	*Bornia esnostensis.* *Bornia latixylon.*
Lycopodinées..............	*Lepidodendron esnostense.*
Fougères..................	*Diplolabis esnostensis.* *Dineuron pteroides.* *Rachiopteris esnostensis.* *Hymenophyllites* α, β, γ. *Todeopsis primæva.*
Algues....................	*Lageniastrum macrosporæ.*

Champignons..............	*Phellomycetes dubius.* *Myxomycetes Mangini.* *Mucedites.* *Oochytrium lepidodendri.* *Teleutospora Milloti.* *Palæomyces gracilis.* *Palæomyces majus.*
	Bacillus vorax. *Micrococcus priscus.* *Micrococcus esnostensis.*
Arthropodes................	*Arthroon Rochei.*

Or, dans les environs de Régny, de Combres (Loire) se rencontrent des gisements silicifiés de grande étendue dont l'horizon est bien déterminé; ils appartiennent au Culm.

L'étude des végétaux silicifiés que nous y avons rencontrés, a montré qu'il existe un certain nombre d'espèces communes aux gisements d'Esnost, de Régny et de Combres. Ce sont le *Lepidodendron rhodumnense* et *esnostense*, des *Bornia*, le *Lageniastrum macrosporæ*, le *Phellomycetes dubius*, le *Myxomycetes Mangini*, l'*Oochytrium lepidodendri*, l'*Arthroon Rochei*, les *Micrococcus priscus* et *M. esnostensis*.

On voit que le nombre d'espèces communes aux deux gisements est relativement assez grand; sans doute de nouvelles recherches ne feront que l'accroître et on peut les considérer comme contemporains.

N° 161. — *Application de l'étude des plantes fossiles à la recherche de l'origine et de la composition de certaines couches de terrain.*

II. — Lorsqu'on réduit en lames minces et transparentes des fragments de Houille, s'il est facile de se convaincre que les éléments variés qui entrent dans sa composition sont disposés par lits successifs superposés. Il est moins aisé de distinguer, sans une grande habitude, des traces d'organisation végétale; cela tient le plus souvent à ce que les débris végétaux transformés en Houille sont réduits à l'état de poussière organique, et ont subi une compression qui a amené en contact les parois opposées des

cellules et des vaisseaux, de façon qu'il est presque impossible de reconnaître leur contour et leur limite exacte. Cette difficulté est augmentée par la minceur extrême des parois, déterminée par un travail bactérien, qui tantôt n'a laissé que les membranes moyennes, tantôt que les couches d'épaisissement et parfois même seulement des cuticules.

Ces débris divers d'organes variés sont noyés dans une masse fondamentale amorphe sur l'origine de laquelle il est encore difficile de se prononcer.

Il n'est pas rare de trouver au milieu de la masse fondamentale des fragments de plantes plus volumineux, appartenant à du bois, des écorces, des feuilles, etc. Dans ces conditions l'étude microscopique devient plus facile et l'on peut déterminer la nature des plantes qui ont contribué à former la Houille.

Les différentes espèces de combustibles telles que : charbons ordinaires des terrains houillers moyen et supérieur, Anthracite de Pensylvanie, Cannels-coal divers, Schistes bitumineux, Bogheads d'Autun et d'Australie, etc., nous ont toujours fourni, mais à des degrés divers, des indices d'organisation végétale. On peut jusqu'à un certain point déterminer la nature des plantes qui entrent dans la composition de certaines couches, en se servant du microscope pour étudier les lames minces qui en proviennent. Dans les pages suivantes nous donnerons, comme exemple, quelques-uns des résultats auxquels nous sommes arrivé dans ce genre d'étude.

N° 162. — Constitution des Bogheads et des Cannels.

Boghead d'Autun.

Pila bibractensis.

Nous avons démontré [1] que la couche principale du Boghead d'Autun, épaisse de 25 centimètres, et s'étendant sur 7 kilomètres de longueur, était constituée par l'accumulation d'algues microscopiques primitivement sphériques, creuses, mesurant en moyenne 170 μ, formées d'un seul rang

1. C.-E. Bertrand et B. Renault, *Pila bibractensis* et le Boghead d'Autun. *Soc. d'hist. nat. d'Autun,* V° Bulletin, 1892, p. 159.

de cellules prismatiques, longues de 18 à 22 μ et larges de 12 à 13 μ, A, fig. 1 et 3, pl. VII.

Les Pilas sont disposés par lits, A, fig. 2, au milieu d'une masse amorphe organique et inorganique, B, déposée en même temps que les algues. Dans les endroits où ces dernières sont abondantes elles forment près des 755 millièmes de la masse, et peuvent atteindre le nombre de 250,000 par centimètre cube. Nous les avons comparées à certaines Protococcacées qui contribuent encore actuellement à la production du phénomène connu sous le nom de *Fleurs d'eau*. A certains jours d'été, les mares ou les étangs à très faible courant se couvrent en quelques heures d'une abondante végétation d'algues que le moindre vent submerge, on conçoit qu'il pourrait s'accumuler au fond une certaine quantité d'algues. A l'époque de la Houille, il est possible que l'apparition, un peu capricieuse de nos jours, de ces fleurs d'eau, fut plus fréquente, favorisée par une température uniforme, chaude et humide.

Les Pilas peuvent être considérés comme des algues caractérisées par leur thalle creux, la paroi épaisse de leurs cellules, leurs gros noyaux, mais ne dépassant pas en organisation les Protococcacées actuelles.

Les thalles étaient libres, ils se dissociaient et se fragmentaient par le déchirement de la couche de cellules qui les constituait.

Le Boghead d'Autun a donc été produit par l'accumulation d'algues microscopiques.

C'est dans le Boghead que les Pilas ont été découverts pour la première fois. Il était indispensable de rechercher s'ils étaient localisés dans la couche de Boghead même, ou bien s'ils étaient répartis dans toute l'épaisseur du bassin permien autunois. Nous les avons retrouvés jusque dans les schistes de surface, à 70 mètres au-dessus de la couche principale de Boghead. Ces algues ont donc continué à vivre après sa formation. Elles existent également dans les couches inférieures du bassin. La formation permienne d'Autun comprend, comme nous l'avons dit :

1° L'étage de Millery dont l'épaisseur est environ de....	400 mètres.
2° L'étage de la grande couche........................	350
3° L'étage d'Igornay, Lally...........	450
	1,200 mètres.

Ce qui donne une épaisseur minimum de 1,200 mètres, pour certains

points du bassin dont le comblement a certainement exigé un nombre d'années considérable.

L'étage de Millery, qui renferme la couche principale de Boghead, contient des Pilas dans toute sa hauteur.

L'étage de la grande couche, d'après les nombreuses préparations que nous avons faites dans les schistes qui la composent, contient également des Pilas sur toute son étendue ; dans certains districts, comme à Muse, on leur trouve associée une algue plus petite, de même forme, que nous avons désignée sous le nom de *Pila minor* et qui forme d'assez nombreuses zooglées. Les étages d'Igornay, Lally, présentent jusqu'à la base le *Pila bibractensis* et le *Pila minor*.

Les conclusions que nous avons cru pouvoir émettre sont :

1° Que les produits bitumineux extraits du Boghead par la distillation proviennent de la décomposition par la chaleur de thalles d'algues, et de quelques portions de végétaux, tels que pollen, menus débris de bois, etc., houillifiés, disséminés dans la matière fondamentale.

2° Que les schistes bitumineux d'Autun doivent leur richesse à la présence de poussières végétales indéterminables souvent, à cause de leur petitesse, de spores, de grains de pollen, de thalles de plusieurs espèces de Pilas, à un mucilage provenant de la gélose des thalles et renfermant une certaine quantité de Bactéries, de produits ulmiques variés ; cette richesse est proportionnée à leur abondance, au milieu de la masse de substance inorganique qui s'est déposée en même temps que la matière végétale, mais en plus forte proportion, lors de la formation des schistes, que lors du dépôt du Boghead.

Le *Pila bibractensis* n'est pas cantonné seulement dans le bassin d'Autun ; nous avons retrouvé cette algue dans le Boghead contemporain de Boson près Fréjus (Var) et dans les schistes qui l'accompagnent.

Le genre Pila parait en outre avoir franchi la période primaire, car nous avons rencontré récemment, dans les schistes bitumineux de Anina (Hongrie) du Lias supérieur, une algue globuleuse qui, vue en dessus, c'est-à-dire perpendiculairement aux lits de stratification, présente une forme discoïde ; les individus isolés et adultes mesurent 132 μ de diamètre ; examinés au contraire par la tranche, ils paraissent aplatis : le grand diamètre horizontal mesure 132 μ, le petit qui est vertical 34 μ. Dans un certain nombre de thalles on peut distinguer une cavité centrale ; les

cellules périphériques disposées sur un rang ont pour largeur 4 à 5 μ, et pour longueur dirigée radialement, 8 à 10 μ.

Nous désignerons cette nouvelle espèce de Pila sous le nom de *Pila liasica;* elle diffère du *Pila bibractensis* par sa taille qui est trois à quatre fois plus petite, et par les dimensions de ses cellules dont le diamètre et la longueur sont deux à trois fois moindres.

Tous les schistes bitumineux, cependant, ne contiennent pas nécessairement des algues : nous avons reconnu que ceux de Buxières de Saint-Hilaire (Allier) n'en renferment aucune, et que leur richesse en huile est liée au nombre de débris organiques animaux mélangés de Bactéries que l'on y rencontre.

Boghead de la Nouvelle-Galles du Sud[1].

Reinschia australis.

Le Boghead de la Nouvelle-Galles du Sud provient également, comme nous l'avons dit plus haut, de l'accumulation par lits horizontaux de thalles d'algues aplatis qui ont été désignés sous le nom de *Reinschia australis.*

Vus par leur face supérieure, les thalles moyens se présentent sous la forme de petits disques aplatis, irréguliers, mesurant à peu près 300 μ de longueur, 150 μ de largeur et 35 μ d'épaisseur, composés d'un nombre de cellules qui peut atteindre 350 à 400.

Les coupes verticales montrent, A, fig. 6, pl. VII, que ces cellules sont disposées sur un seul rang. Les cellules verticales des faces supérieure et inférieure mesurent 20 a 30 μ de hauteur, 15 μ de largeur et 10 à 12 μ en épaisseur. Les cellules horizontales placées sur les bords des disques atteignent 30 à 35 μ de longueur, 15 μ de largeur et 5 à 7 μ d'épaisseur.

Sur une coupe transversale, fig. 4, pl. VII, les thalles sont plus ou moins circulaires, d'autant plus réguliers qu'ils sont plus petits. Le contour paraît comme crénelé; cet aspect est dû aux cellules dont la paroi extérieure a été détruite. Les parois latérales communes, plus épaisses, ont mieux résisté, ainsi que celles tournées vers l'intérieur, qui paraissent doublées d'une couche épaisse de gélose.

1. *Sur le Kherosene shale de la Nouvelle-Galles du Sud*, par MM. C.-E. Bertrand et B. Renault, *Bulletin de la Société d'histoire naturelle d'Autun,* t. VI, 1893.

En résumé, le thalle moyen du *Reinschia australis* était un corps globuleux, creux, à diamètre horizontal plus grand que le diamètre vertical, sans trace de pédicelle, par conséquent libre.

Le *Reinschia australis* avait des thalles beaucoup plus grands que les thalles moyens; ils pouvaient atteindre sur une coupe horizontale 540 μ de longueur, 340 μ de largeur; et sur une coupe verticale 540 μ de longueur sur 65 μ d'épaisseur.

Ces grands thalles ont un aspect cérébriforme; de la surface partent de nombreux replis ou invaginations qui s'enfoncent dans la masse du thalle, C, D, fig. 5, pl. VII. La cavité en est par conséquent très réduite et souvent elle ne parait plus exister. Le développement des thalles jeunes en thalles moyens ne porte que sur des modifications de cellules et non sur leur multiplication.

Les *Reinschia* se rapprochent des Hydrodictyées, mais forment un genre distinct. Comme les Pilas, ces algues vivaient à la surface des eaux tranquilles et descendaient de cette surface pour gagner le fond en même temps que la gelée ulmique qui se précipitait avec elles.

L'échantillon du Muséum, qui mesure 1m18, pourrait être formé par la superposition d'environ 36,000 lits horizontaux d'algues. Suivant les régions observées, la matière fondamentale peut former de 100 à 625 millièmes de la masse totale, la différence étant représentée presque uniquement par les Reinschias.

Bogheads d'Écosse.

Pila scotica.

Les Bogheads d'Écosse, qui sont bien plus anciens que les Bogheads permiens d'Autun et de la Nouvelle-Galles du Sud, sont également formés par des algues gélatineuses, microsoopiques. Les thalles oreux sont globuleux, de dimensions variables, ce qui tient sans doute à une différence d'âge; les plus volumineux, quand ils sont isolés, mesurent 107 μ environ suivant leur grand diamètre, et 86 μ suivant le petit. Les algues de très petites dimensions qui accompagnent celles qui sont adultes, indiquent qu'il existait un mode de reproduction différent de celui d'une simple division des thalles.

Les cellules qui constituent le corps de l'algue sont prismatiques, dirigées en rayonnant autour de la cavité centrale. Les dimensions des cellules varient avec l'âge ; leur largeur est de 4 à 6 μ ; leur longueur de 8 à 15 μ ; elles sont disposées sur une seule rangée autour de la cavité centrale. Le Boghead connu sous le nom de Boghead Russel, la Torbanite, sont presque uniquement formés de ces algues que nous avons nommées *Pila scotica*.[1]

Bogheads anglais.

Thylax britannicus, n. sp.

Le Boghead anglais, désigné dans le commerce sous le nom de Boghead Armadale, est composé de la réunion de petites algues globuleuses, creuses, disséminées dans une matière fondamentale brune, amorphe. Leur diamètre n'atteint que 42 μ dans les sujets adultes n'ayant pas bourgeonné ; le thalle est formé d'un nombre assez considérable de cellules disposées sur un seul rang, fig. 8, pl. VII, de forme prismatique et dont le grand axe dirigé suivant le rayon de la sphère mesure de 4 à 6 μ. En coupe transversale elles sont polygonales et larges de 3 μ environ. La cavité centrale du thalle est relativement volumineuse et peut atteindre 32 μ. La plupart des thalles se montrent comme fendus ou séparés en plusieurs fragments. La cavité centrale B se poursuit à travers la couche de cellules périphériques et détermine un certain nombre de segments, A ; les segments eux-mêmes peuvent se subdiviser en fragments formés d'un nombre limité de cellules, C, fig. 8. Les prolongements de la cavité centrale vers la périphérie séparent nettement les *Thylax*, des Pilas et des Reinschias et les rapprochent davantage de certains genres vivants de la famille des Protococcacées.

Bogheads et Cannels russes.

Pila Karpinskyi, n. sp.

Les charbons des mines de Kourakino, de Murajewnja, etc., du bassin houiller de Moscou, renferment un nombre considérable de restes végétaux : microspores, macrospores, algues diverses, etc. Nous rappellerons

1. Avec M. C.-E. Bertrand.

ici seulement deux formes qui s'y rencontrent fréquemment, le *Pila Karpinskyi* et le *Cladiscothallus Keppeni.*

Le *Pila Karpinskyi* est une algue globuleuse sensiblement sphérique, mesurant 30 à 50 μ de diamètre. Vues de côté, ces algues paraissent elliptiques, le grand axe ayant 50 μ et le petit 30 μ environ.

Les thalles adultes semblent pleins, mais cet aspect est dû à ce que les parois se sont rapprochées par la compression; les thallos plus jeunes qui ne mesurent que 25 μ de diamètre, restés sphériques, laissent voir quelquefois une cavité large de 11 μ entourée de cellules orientées suivant les rayons de la sphère; ces cellules sont prismatiques, disposées sur un seul rang, longues de 7 μ dans l'exemple cité, mais prenant sans doute des dimensions plus considérables lors de l'accroissement du thalle.

Cladiscothallus Keppeni, n. sp.

Thalle aplati, discoïde, mesurant 250 à 300 μ de diamètre, fig. 9, pl. VII, composé de rameaux plusieurs fois dichotomes, longs de 130 à 140 μ, partant en rayonnant d'un centre commun; avant son aplatissement le thalle pouvait être hémisphérique.

Les rameaux et les ramules sont formés de cellules cylindriques placées bout à bout, un peu plus larges que hautes; leur diamètre est environ de 4 μ et leur hauteur de 2μ5; à leur surface on distingue de très fines perforations, disposées sur une ligne horizontale, mettant en communication l'intérieur de la cellule avec l'extérieur.

Lorsque la coupe passe dans l'épaisseur d'un rameau, on distingue les cloisons transversales qui séparent les cellules.

Sur une coupe transversale perpendiculaire au thalle, fig. 10, pl. VII, l'ensemble a une forme elliptique allongée; les rameaux rapprochés les uns des autres ont fini par se toucher. On remarque que les cloisons transversales qui séparent les cellules portent des perforations analogues à celles que l'on voit à l'extérieur. Ces perforations, qui ne mesurent que 0μ7, servaient sans doute à faire communiquer les cellules entre elles et avec la couche de gélose dans laquelle nous supposons que le thalle était plongé.

Nous n'avons remarqué aucun poil ou piquant à l'extrémité des rameaux ni aucune cellule terminée en pointe.

Le port de l'algue que nous décrivons rappelle celui des *Chætophora* qui offre quelquefois un thalle environné de gélose; mais elle en diffère par ses dimensions qui sont beaucoup plus petites, par l'absence de cellules terminales allongées en pointe, par la présence de perforations sur les parois latérales et transversales des cellules qui forment les rameaux.

Des quelques exemples de constitution de Bogheads que nous venons d'énumérer et dont nous pourrions facilement augmenter le nombre, il résulte que cette variété de combustible est due, à la houillification de thalles d'algues gélatineuses qui se sont déposées en nombre immense au fond de lacs de peu d'étendue et tranquilles; les algues ont vécu sans doute à la surface d'eaux tenant en dissolution divers composés ulmiques et saturées de sels divers.

Ces algues gélatineuses appartiennent pour la plupart à la famille des Protococcacées.

Le genre Pila paraît avoir eu une très grande longévité, car, existant déjà dans le Culm inférieur (*Pila Karpinskyi*), nous le retrouvons dans le terrain houiller moyen (*Pila scotica*), dans le Permien (*Pila bibractensis*) et dans le Lias supérieur de Hongrie (*Pila liasica*).

Pendant cette longue période les caractères du genre se modifient peu; toutefois la taille moyenne des individus adultes, dans chaque espèce, change sensiblement, ainsi que les dimensions et le nombre des cellules des thalles. Les algues des Bogheads russes mesurent 30 à 50 μ en diamètre; celles du Boghead d'Écosse, 86 à 107 μ; celles d'Autun et de Boson, 170 à 200 μ; celles d'Anina, 130 μ. Les dimensions linéaires deviennent quatre fois plus longues et les volumes soixante-quatre fois plus grands, en passant de la période du Culm à celle du terrain permien. Il semble qu'à cette dernière époque il y ait eu un maximum pour la taille des algues, qui depuis aurait été en diminuant, jusqu'au Lias supérieur. Il est probable que le genre ne s'arrête pas à ce niveau et qu'on trouvera de nouvelles espèces dans des couches plus récentes. Jusqu'ici les genres *Reinschia*, *Thylax* et *Cladiscothallus* n'ont été trouvés qu'à un seul niveau; on ne peut savoir, par conséquent, s'ils offriraient la même particularité.

Les recherches que nous avons faites sur les Cannels montrent que ces combustibles se rapprochent des Bogheads par leur mode de formation.

Au milieu d'une masse fondamentale amorphe, relativement plus grande que dans les Bogheads, on rencontre certaines algues communes aux

deux sortes de combustibles, mais on observe en outre, dans les Cannels anciens, un nombre considérable de macrospores, microspores, etc. Dans les Cannels récents ce sont les grains de pollen qui semblent dominer.

Ces différences dans la composition de ces charbons permettront, non seulement de distinguer les Bogheads des Cannels, mais encore de caractériser entre elles les différentes espèces de Bogheads et de Cannels.

La conservation relativement bonne des algues, macrospores, grains de pollen, etc., que l'on rencontre dans les Bogheads et les Cannels, comparativement à l'état de désorganisation des débris végétaux qui constituent la Houille, laissent supposer que les conditions du dépôt des Cannels et des Bogheads ont été différentes de celles de la Houille; l'action bactérienne, croyons-nous, a dû se faire sentir avec plus ou moins d'intensité sur les débris de plantes entrant dans la formation de ce dernier combustible, tandis que la présence d'eaux brunes chargées de principes ulmiques, peu favorables au développement des Bactéries, ont préservé les algues contre leur action destructive. Nous croyons devoir, à ce propos, donner quelques développements sur l'existence des Bactéries fossiles.

BACTÉRIES FOSSILES

N° 163. — L'apparition des Bactéries si nombreuses et si variées à l'époque actuelle et dont le rôle est si important, remonte-t-elle à une date ancienne? Y a-t-il des Bactéries fossiles comme il y a des plantes et des animaux fossiles? Nos recherches dans cet ordre d'idées montrent que l'on doit répondre par l'affirmative. L'existence des Bactéries est aussi vieille que le monde organisé, et le rôle qu'elles ont joué paraît identique à celui qu'elles accomplissent sous nos yeux; dès qu'il y eut quelques débris de plantes à faire disparaître, quelque fragment d'animal à détruire, elles se sont propagées avec rapidité et reproduites à l'infini.

M. Van Tieghem[1], dès l'année 1879, avait signalé la présence de Bac-

1. Van Tieghem. *De la fermentation butyrique à l'époque de la houille. (Comptes rendus de l'Institut)*, 1879, t. CXXXIX, p. 1102.

téries et leurs ravages à tous les degrés, dans les débris de plantes conservées par la silice, des environs de Grand'Croix près Saint-Étienne. Nous avons voulu étendre ces observations si intéressantes et montrer que la présence des Bactéries à ces époques reculées n'était pas local et accidentel.

Il était à craindre que la petitesse de ces organismes fût un obstacle sérieux à leur découverte et à leur étude. Mais dans bien des cas la silice ou le phosphate de chaux ont conservé les moindres détails avec une telle perfection, que toute crainte disparaît, et qu'en multipliant les préparations dans les magmas siliceux ou phosphatés, appartenant à des époques très différentes, nous sommes parvenu à les mettre en évidence et à prouver leur abondance et leur variété; bien plus, la pénétration des eaux siliceuses à travers les tissus a été assez rapide pour que les Bactéries aient été surprises dans leur travail de destruction et conservées, les unes en voie de se diviser et de se multiplier, les autres à la place même où elles étaient dans l'épaisseur des parois cellulaires qu'elles avaient creusées et en partie dissoutes.

On peut s'étonner que des êtres comme des Bactéries, dont le tégument est si peu distinct, aient pu être conservés d'une façon assez nette pour que leur présence soit souvent plus facile à déceler, lorsqu'elles sont fossiles, que lorsqu'elles sont vivantes. Mais il faut remarquer que ce tégument délicat s'est teint lui-même en brun on se houillifiant, et qu'il n'est pas impossible que son épaisseur et sa différenciation fussent plus grandes aux temps primaires qu'à notre époque.

Partout où nous avons cherché des Bactéries nous en avons rencontré. Nous en avons découvert :

1° Dans les coprolithes du terrain permien de Saint-Hilaire de Buxières (Allier); dans les schistes d'Igornay, Saint-Léger-du-Bois, Cordesse, Lally, du Ruet, des Thélots....., c'est-à-dire dans toute l'épaisseur de la formation permienne d'Autun;

2° Dans les schistes houillers de Montceau-les-Mines, de Commentry;

3° Dans les ossements et les écailles disséminés, soit dans les coprolithes, soit dans les schistes de ces différentes localités;

4° Dans les silex des environs d'Autun, de Noyant (Allier) de Grand'-Croix (Loire);

5° Dans les coprolithes des schistes bitumineux d'Écosse (houiller moyen);

6° Dans les silex plus anciens d'Esnost (Saône-et-Loire) et des environs de Régny (Loire), qui datent de l'époque du Culm;

7° Dans les cuticules du *Papierkohle* de Tovarkowo (Culm inférieur), etc.

Les Bactéries contenues dans les silex ont été conservées par la silice; celles au contraire renfermées dans les ossements des coprolithes et des schistes ont été minéralisées par le phosphate de chaux.

Les Bactéries trouvées sur les cuticules de Tovarkowo n'ont pas été minéralisées ni houillifiées, mais rendues inaltérables comme les cuticules elles-mêmes par des produits ulmiques.

L'étude des Bactéries fossiles étant récente et offrant quelque intérêt, nous croyons devoir donner quelques exemples pris dans des échantillons appartenant aux différents étages que nous venons de citer.

1° Bactéries des Coprolithes.

[1] ***Bacillus permiensis*** B. Renault et C.-E. Bertrand.

Figure 24.

Coprolithe d'Igornay.

Figure 25.

Coupe transversale d'un coprolithe :

A/ Gangue schisteuse entourant le coprolithe.

B/ Partie centrale où commence l'enroulement de la spirale.

1. *Société d'histoire naturelle d'Autun, séance du 24 avril 1892,* et *Comptes rendus de l'Institut,* 6 août 1894.

Diagnose. — Bâtonnets rectilignes, longs de 14 à 16 μ, larges de 2μ5, arrondis aux deux bouts quand ils sont isolés. Les filaments longs de 20 à 25 μ sont formés de deux articles qui ne sont pas encore séparés. La Bactérie est ordinairement à l'état isolé. Quelquefois elle est formée de deux articles, plus rarement de trois, fig. 26; aux bâtonnets rectilignes on voit quelquefois associés des articles courbés, d'autres tordus en vibrions; peut-être n'est-ce que les états de transition d'une même Bactérie; peut-être aussi représentent-ils des bacilles ayant vécu à l'intérieur de fragments d'os, semblables à ceux dont nous parlerons plus loin.

Figure 26.

A



Bacillus permiensis.

Bacillus granosus B. Renault.

Diagnose. — Bâtonnets longs de 10 μ, quand ils sont isolés, larges de 1 μ; droits, cylindriques, arrondis aux deux bouts, réunis quelquefois en filaments longs de 19 μ, 28μ8, rectilignes, composés de deux, trois articles; protoplasma condensé souvent en masses distinctes, sphériques, mesurant 0μ4 à 0μ5, qui sans doute représentent des spores.

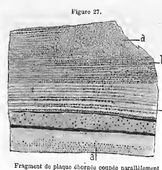
Micrococcus lepidophagus B. Renault et A. Roche.

L'examen des écailles et des plaques osseuses de poissons placoïdes contenues dans les coprolithes montre que les cellules et les canaux de la dentine sont occupés par une quantité considérable de microcoques constituant des espèces ou des variétés distinctes. Nous avons groupé sous le nom de *Micrococcus lepidophagus* les variétés suivantes :

Micrococcus lepidophagus, c. Globules sphériques à contours très nets. L'enveloppe est colorée en brun clair; le contenu est transparent, sans granulations; le diamètre atteint 3μ2; il n'est pas rare de rencontrer des globules divisés par une cloison, ou encore soudés par deux.

M. lepidophagus, b. Globules sphériques à contours nets et colorés,

Figure 27.



Fragment de plaque éburnée coupée parallèlement aux cellules de l'ivoire.

a/ Canalicules occupés par la variété a.
b/ Canalicules occupés par les variétés b et g.
c/ Canalicules occupés par la variété c.

diffèrent des précédents par leur taille; leur diamètre en effet n'est que de 1μ2.

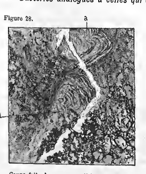
M. lepidophagus, *g*. Globules sphériques à contours nets, mesurant 0μ8, souvent groupés par trois ou par quatre, en ligne droite.

M. lepidophagus, *a*. Globules sphériques à contours moins nets; se présentant souvent sous la forme d'amas nuageux, formés de points noirs atteignant à peine 0μ4, disposés en chaînettes de trois ou quatre individus.

Cette dernière variété pénétrait d'abord dans les canalicules de l'ivoire, les autres y entraient successivement quand le diamètre s'était élargi.

Bactéries analogues à celles qui déterminent la carie des dents.

Figure 28.



Coupe faite dans un coprolithe d'Igornay.

a, a/ Fragments d'écailles coupées sur leurs bords et montrant les sillons qui, à l'intérieur, en suivent les contours.

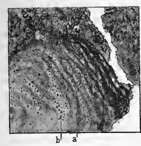
La fig. 28 montre une coupe de fragments d'écailles, *a*, *a*. La section passant dans l'épaisseur des écailles, on distingue un certain nombre de sillons qui en suivent les contours.

Les sillons sont représentés par des lignes plus claires et les côtes par des bandes plus foncées.

Les sillons sont occupés par un grand nombre de bacilles qui se détachent sous forme de bâtonnets ou de points noirs, au milieu des régions plus claires, fig. 29, *a*, *b*.

Les sillons creusés dans le tissu des écailles sont sans doute les

Figure 29.



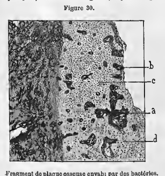
Portion de la figure précédente plus grossie.

a, b/ Sillons dans lesquels on voit des microcoques et des bacilles réunis côte à côte.

canalicules primitifs des cellules contournées de l'ivoire, considérablement élargis par le travail successif des Bactéries ; aussi trouve-t-on, en outre des variétés de *Micrococcus lepidophagus* mentionnées plus haut, d'autres microcoques beaucoup plus volumineux et mesurant 4μ6 de diamètre.

Réunis à ces différentes espèces de microcoques, on observe un assez grand nombre de bacilles en forme de bâtonnets noirs, isolés, rarement géminés, orientés ou non suivant la direction des canalicules. Ces bacilles, que nous avons désignés sous le nom de *Bacillus lepidophagus*, sont rectilignes, cylindriques, longs de 4μ2 à 5μ5; leur diamètre varie de 0μ7 à 1 μ. On remarque en outre des Bactéries longues de 4 μ, larges de 3 μ, que nous pensons être des microcoques de la variété C en voie de division.

Figure 30.



Fragment de plaque osseuse envahi par des bactéries.

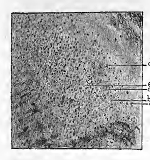
a/ Cavités ayant contenu des vaisseaux sanguins.
b/ Un canal sanguin.
c,d/ Régions désorganisées remplies de bactéries.

L'altération présentée par les plaques osseuses est très variable dans le même coprolithe, tantôt on y distingue encore les ostéoplastes, les cellules de l'ivoire, tantôt toute structure a disparu.

C'est dans la partie dépourvue de toute organisation que se trouve la plus grande variété de Bactéries ; c'est là que nous

avons rencontré un bacille recourbé en arc, *d*, fig. 31, que nous avons désigné sous le nom de *Bacillus lepidophagus arcuatus;* il mesure 4 μ environ entre ses deux extrémités. La flèche de courbure étant à peu près de 2 μ, son épaisseur atteint à peine 1μ,4. Quelquefois deux articles de ce bacille restent soudés, et comme les courbures sont de sens contraire, ils simulent un bacille recourbé en S, *e*, fig. 31, ou tourné en spirale.


Figure 31.



Portion de la figure précédente plus grossie.

a / *Micrococcus lepidophagus* divers.
b / Microcoque en voie de division.
c / *Bacillus lepidophagus*.
d / *Bacillus lepidophagus arcuatus*.
e / Forme en spirille ou en S du même.

Miller a décrit, comme causant la carie des dents, quatre variétés de microcoques analogues à ceux que nous avons cités plus haut, en outre, deux bacilles dont l'un est recourbé en arc ou en S, comme notre *Bacillus arcuatus*.

Il est assurément curieux de voir que les os, les plaques éburnées, les dents, aux époques primaires, étaient soumis à l'action destructive de microcoques et de bacilles, dont la forme et les dimensions se rapprochent d'une façon remarquable de celles des Bactéries qui de nos jours sont la cause de la carie des os et des dents.

Bactéries rencontrées dans les silex permiens d'Autun.

Les Bactéries sont fréquentes dans les silex permiens d'Autun, mais souvent elles sont masquées par un dépôt ocreux qui s'est formé autour d'elles. Nous citerons quelques plantes dont les tissus ont été envahis et plus ou moins désorganisés.

Microcoques.

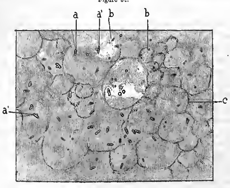
Medullosa stellata	2 espèces	mesur[t]	$4\,\mu$ et $2\,\mu 3$	de diam.
Macrostachia infundibuliformis.	1 espèce	»	3 à $4\,\mu$	»
Stigmaria Brardi	2 espèces	»	$1\,\mu 5$ et $0\,\mu 5$	»
Arthropitus communis	2 espèces	»	$4\,\mu 4$ et $1\,\mu 1$	»
Arthropitus bistriata	1 espèce	»	$0\,\mu 4$ et $0\,\mu 5$	»
Arthropitus lineata	2 espèces	»	3 à $4\,\mu$ et $2\,\mu 2$	»

Bacilles.

Arthropitus lineata .... *B. Tieghemi*, longueur $8\,\mu 4$, largeur $2\,\mu 2$.

Ce dernier bacille, que nous avons appelé *Bacillus Tieghemi*, long de $8\mu 4$ et large de $2\mu 2$, contient vers son milieu une spore sphérique plus

Figure 32.



Portion d'*Arthropitus lineata* désorganisée par le *Micrococcus Guignardi*, le *Bacillus Tieghemi*, etc.

a / *Bacillus Tieghemi* avec une spore placée vers le milieu du bâtonnet.
a' / Bâtonnets dans lesquels la spore a germé et fait hernie au dehors.
b' / *Micrococcus Guignardi* accompagné d'un autre plus volumineux.
c / Membranes des cellules en partie détruites par les Bactéries.

colorée, mesurant $2\,\mu$ de diamètre ; quelquefois on remarque deux spores, mais alors elles occupent les deux extrémités. Les bâtonnets sont solitaires ;

dans leur voisinage se trouve le *Micrococcus Guignardi* et une variété de ce dernier atteignant 3 à 4 μ de diamètre. En gormant la spore produit un bâtonnet dirigé normalement au premier, *a'*, fig. 32.

Les mesures prises sur un bacille dont la spore avait germé ont donné : longuour du bacille, 6μ3; largeur, 3 μ; diamètre de la spore. 2 μ; longueur du bâtonnet émis par la spore, 4 μ, largeur 2 μ. L'intérieur des bacilles est clair, on ne distingue aucune trace de protoplasma; sa membrane et celle de la spore sont très minces et ne mesurent que 0μ2. [1]

Il est à remarquer qu'il y a presque toujours pour chaque plante deux ou trois espèces de Bactéries associées et possédant des fonctions différentos.

Bactéries rencontrées dans les silex houillers de Grand'Croix.

Micrococcus Guignardi, fig. 1, pl. VIII.

Cette Bactérie est représentée par de petites cellules libres ou géminées, dont le diamètre moyen est de 2μ2, à contour très net, coloré en brun. Certaines d'entre elles sont allongées en ellipsoïdes dont le grand axe atteint 4 μ; on y distingue quelquefois une cloison dirigée perpendiculairement au grand axe; d'autres, assez nombreuses, sont soudées deux à deux ou séparées, mais très voisines; ce sont là les phases successives de développement que l'on remarque chez les Microcoques.

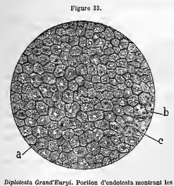
Lorsqu'on examine une ooupe un peu oblique d'un tissu envahi par le *M. Guignardi*, on voit de nombreux microcoques, la plupart isolés, *a*, adhérents aux parois des cellules. Quelques-uns sont sous la forme de diplocoques. Beaucoup paraissent comme incrustés dans l'épaisseur de la cloison cellulaire et entourés d'une mince auréole incolore. Lorsque, par accident, il y en a qui ont été entraînés, ceux-ci ont laissé un creux hémisphérique qui se détache en clair, B, sur la paroi, marquant ainsi la place qu'ils occupaient sur la cloison. On peut en conclure qu'ils ont été saisis en plein travail par la silicification.

En multipliant les coupes nous sommes arrivé à cette conclusion, que le *M. Guignardi* s'attaquait particulièrement à la cellulose plus ou moins pure qui constituait l'épaississement des parois des cellules.

1. Quelquefois le bacille a servi de centre d'attraction, et la silice a cristallisé autour de lui; il apparaît alors comme un prisme hexagone pyramidé de dimensions variables, mais supérieures à celles du bacille.

Sur la figure 2, pl. VIII, qui représente la section transversale d'une portion de sarcotesta appartenant au *Rhabdocarpus conicus*, on voit en M une cellule dont la cavité est occupée par des microcoques ; en M' une autre où les couches d'épaississement séparées de la membrane moyenne laissent un espace annulaire envahi par ces organismes ; en B on ne distingue plus que les membranes moyennes des cellules.

Figure 33.



Diploiesta Grand'Euryi. Portion d'endotesta montrant les cellules fortement incrustées détruites par le *M Guignardi*.

a / Cellules encore intactes.
b, c / Cellules envahies et en partie détruites.

Le *M. Guignardi* pouvait dissoudre les parois des cellules même lorsqu'elles étaient fortement épaissies et lignifiées. La fig. 33 montre en effet une portion de l'endotesta d'une graine de Saint-Étienne. On distingue, dans l'épaisseur des parois, de nombreux et fins canalicules, *a*.

Sur certains points, *b*, *c*, la cellulose des parois, malgré son incrustation profonde, a été détruite ; de nombreuses Bactéries occupent la place de la partie dissoute.

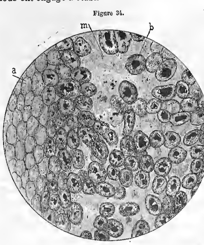
Micrococcus hymenophagus, var. A. et B.

Dans l'exemple que nous venons de citer la cavité des cellules ne pouvait être atteinte par le *M. Guignardi* qu'après la disparition de la membrane moyenne. Cette dissolution s'effectuait avec le concours d'un autre microcoque, le *M. hymenophagus*. En effet, sur les préparations de tissus envahis par les Bactéries, il n'est pas rare de rencontrer les phases de désorganisation représentées par la fig. 34 du texte et fig. 3 de la pl. VIII.

Certaines cellules végétales sont désunies, libres. Nous avons rencontré entre elles, ou entre celles qui n'étaient pas encore complètement disjointes, un autre microcoque de couleur brune mesurant dans les échantillons de

Grand'Croix 0μ7 à 0μ9 ; dans ceux des environs d'Autun 0μ54 seulement. Ces microcoques présentent les mêmes phases de développement que le *M. Guignardi*. La différence de taille et la différence d'âge des gisements nous ont engagé à établir les variétés A et B.

Figure 34.



Diplotesta Grand'Euryi. Sarcotesta dont les cellules sont dissociées par le *Micrococcus hymenophagus.*

a / Cellules encore réunies en tissu.
b / Cellules dont la membrane moyenne a été dissoute et qui sont devenues libres.
m / *Micrococcus hymenophagus*, var. A.

Chaque plante semble donc avoir été envahie au moins par deux variétés de Bactéries, de taille et de fonction différentes, l'une s'attaquant à la membrane moyenne, l'autre, aux épaississements de la cellule. Une étude plus approfondie nous permettra sans doute de préciser ces associations de microcoques entre eux ou avec des formes bacillaires.

Quoi qu'il en soit : de l'action simultanée ou successive des membres de l'association du *M. Guignardi* et du *M. hymenophagus*, que nous prenons ici comme exemple, résultent les aspects si variés présentés par les tissus qui ont subi une macération prolongée. Si le *M. hymenophagus* agit seul et en premier lieu, les cellules se décollent, B, fig. 3, pl. VIII et *b* fig. 34, se désagrègent, emportant leur protoplasma ou leur contenu (produits résinoïdes ou gommeux); leur contour bien défini, leur forme souvent polyédrique, indiquent qu'il existe encore une enveloppe

résistante autour du protoplasma; la membrane commune seule a été dissoute.

Si le *M. Guignardi* débute au contraire isolément, on ne trouve plus après son action prolongée que la trame légère laissée par les cloisons moyennes, B, fig. 2, pl. VIII.

Les deux fonctionnant en même temps ou successivement, la destruction était plus rapide. Le contenu des cellules, protoplasma ou autres substances formant des masses irrégulières de formes ou de contours, D, fig. 3, pl. VIII, persistaient pendant quelque temps, mais bientôt elles se détruisaient à leur tour, en perdant d'abord leur coloration, puis en se désagrégeant complètement.

Les micrococques permiens et houillers jouissaient donc de la propriété de dissoudre la couche cellulosique de composition plus ou moins complexe des cellules végétales, la membrane moyenne et le protoplasma. La forme coccoïde est plus commune que la forme bacillaire.

Les cuticules, les enveloppes des spores et des macrospores, paraissent leur avoir résisté au moins pendant quelque temps. L'état de décomposition des matières végétales est donc très variable et dépend de la durée de la macération microbienne.

Les racines de Calamodendrons si fréquentes dans les quartz de Grand'-Croix nous ont offert souvent les trois stades suivants :

1° Tous les tissus parenchymateux de l'écorce et du bois ont disparu, il reste le cylindre ligneux dépourvu de ses rayons cellulaires, le liège et la cuticule.

2° Le liège a été détruit, la partie la plus extérieure du bois a été désorganisée; les régions les plus denses du bois et la cuticule seules persistent.

3° Il ne reste plus que la cuticule.

La fig. 4, pl. VIII, représente une racine en voie d'arriver à ce troisième stade. En A on ne distingue plus que quelques traces de tissu vasculaire; dans l'espace circonscrit par la cuticule C le microscope montre des quantités innombrables de *M. Guignardi* et de *M. hymenophagus*.

Il est clair que si les végétaux ont été arrêtés à l'un de ces stades de décomposition pour produire la Houille, celle-ci devra se montrer composée de débris de tissus qui peuvent varier, mais où prédomineront certains d'entre eux. Pour ne citer que le cas offert par le troisième stade,

la partie organisée de la Houille reconnaissable au microscope serait formée presque uniquement de cuticules. C'est précisément le cas offert par le charbon de Tovarkowo, qui ne contient que des cuticules de *Bothrodendron*, et dont nous dirons quelques mots plus loin.

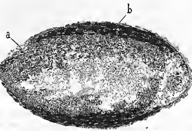
Bactéries dans les silex du Culm d'Esnost et des environs de Régny.

Les Bactéries sont également fort nombreuses dans les rognons siliceux d'Esnost près Autun, de Combres et de Régny (Loire), qui appartiennent à l'étage du Culm.

Bacillus vorax B. Renault.

Le *Bacillus vorax* se rencontre en abondance dans certains rognons siliceux d'Esnost, au milieu des débris de cuticules et de vaisseaux qui semblent avoir appartenu à des racines.

Figure 35.



Racine? renfermant un nombre considérable de *Bacillus vorax*.

a / Amas de bacilles rassemblés près de la surface.
b / Contour de la racine complètement désorganisée.

Les Bactéries sont rassemblées à la périphérie de la section, où elles forment une couche épaisse, fig. 35, *b*, du texte, et fig. 5, pl. VIII, B; elles ont la forme de bâtonnets cylindriques présentant très souvent des reliefs arrondis, contigus, ou espacés régulièrement. La longueur du bâtonnet est de 12 à 15 μ, leur largeur de 2 à 2μ5. L'enveloppe altérée et probablement gonflée est rarement distincte; elle mesure 0μ4. Le protoplasma qui remplit chaque bâtonnet est de couleur foncée; tantôt il se présente comme un cylindre à diamètre inégal, tantôt il est nettement divisé en masses sphériques qui ne peuvent être que des spores. On en compte

généralement 5 à 6 par bâtonnet; leur diamètre est de 1μ; elles sont sphériques, noires, également écartées, fig. 6, pl. VIII. D'ordinaire leur présence se trahit extérieurement sur de bonnes photographies par des renflements de la membrane qui paraissent équidistants.

Des cloisons à peine distinctes séparent certains bâtonnets en autant d'articles qu'il y a de spores, mais dans la plupart d'entre eux ces cloisons ont disparu et les spores devenues libres ne paraissent retenues que par une sorte de mucilage.

Dans une certaine mesure le *Bacillus vorax* rappelle le *Bacillus megaterium* de de Bary; mais la taille du bacille fossile est plus considérable, ses spores sont sphériques au lieu d'être ellipsoïdales; de plus, l'intervalle de temps qui les sépare est si grand que nous avons cru devoir les considérer comme deux espèces distinctes.

Micrococcus priscus B. Renault.

Le *Micrococcus priscus* est formé de cellules sphériques noires, isolées ou disposées en ligne par deux ou par trois, A, B, fig. 7, pl. VIII; leur diamètre mesure 0μ6 à 0μ7. Ces corps pourraient être pris pour des spores de *Bacillus vorax* disséminées, mais leur taille est inférieure à celle des spores contenues dans les bâtonnets de ce bacille; en outre on les rencontre sur les vaisseaux scalariformes appartenant à des Lépidodendrons, entre les cellules de tissus variés qui ne présentent aucune trace de bacille. Il s'attaquait plus particulièrement aux membranes moyennes.

Micrococcus esnostensis B. Renault.

Nous avons rencontré ce nouveau micrococque dans le liège du *Lepidodendron esnostense*, dans les bois de *Bornia*, etc..., incrusté plus ou moins dans l'épaisseur des parois des cellules ou des vaisseaux. Il rappelle par ses fonctions et ses dimensions le *Microccocus Guignardi* du terrain houiller supérieur. Les débris de végétaux du Culm d'Esnost et de Régny étaient donc détruits par l'association d'au moins trois espèces de Bactéries, et

les tissus se montrent dans un état de désagrégation aussi varié à Esnost et à Régny qu'à Grand'Croix et à Autun : tantôt les cellules sont réduites à leur membrane moyenne plus ou moins déchiquetée, fig. 7, pl. VIII, le dépôt mixte de cellulose épaississant la membrane, et le protoplasma ayant disparu; tantôt les cellules sont disjointes et ont conservé leur forme, en même temps qu'une partie de leur enveloppe cellulosique, A, fig. VIII; d'autres fois les membranes moyennes et cellulosique sont été détruites, B, il ne reste plus que le protoplasma contracté, granuleux, déformé et plus ou moins amoindri. Cette résistance temporaire du protoplasma à la destruction pourrait être attribuée à la fixation de quelque produit antiseptique, tannin ou acide ulmique des eaux brunes, avant l'arrivée des eaux siliceuses. On peut suivre sur une même préparation les états divers de désagrégation des masses protoplasmiques qui finissent par s'éclaircir et se fondre.

Bactéries des cuticules de Tovarkowo.

Dans le gouvernement de Toula (Russie) à Milenino, dans les mines de Tovarkowo et de Malovka, se rencontre, à la base du Culm, une couche de combustible de plus de 20 centimètres d'épaisseur, formée, d'après M. Zeiller, uniquement de cuticules de *Bothrodendron*. Cette couche curieuse s'étend sur une surface de plusieurs kilomètres carrés et est connue sous les noms de *Blatterkohle* et de *Papierkohle*.

Les membranes végétales sont séparées par une substance noire friable qui n'est autre chose que de l'acide ulmique, formant dans certains points les quatre cinquièmes de la masse. Les cuticules se présentent souvent sous la forme d'anneaux aplatis, les deux faces en contact sont difficiles à séparer, il n'y a plus aucune trace des tissus qu'elles recouvraient.

Nous avons recherché la présence de Bactéries sur ces cuticules. Nous en avons rencontré sur le côté externe, et sur les faces internes en contact; elles affectent des formes bacillaires et coccoïdes. Nous n'avons décrit jusqu'ici que ces dernières, dédiées à M. Zeiller.

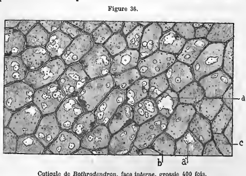
Débarrassées de toute trace d'acide ulmique par l'ammoniaque bouillante ou la potasse à un dixième, les cuticules montrent un aspect différent suivant qu'on les examine par la face interne ou la face externe.

1° La cuticule qui recouvrait les cellules épidermiques pénétrait sensiblement entre elles, il en est résulté une sorte de réseau, *c*, très apparent, fig. 36.

La membrane semble amincie et comme rongée dans un grand nombre de mailles, *a a'*.

Les espaces plus clairs qui résultent de ces amincissements ont des formes très irrégulières, comme le montre la figure 36. Il arrive fréquemment que la cuticule est perforée.

Figure 36.



Cuticule de *Bothrodendron*, face *interne*, grossie 400 fois.

a,a / Régions où la membrane a été plus ou moins corrodée par les Bactéries.
b / Microcoques restés adhérents à la membrane.
c / Réseau cuticulaire qui pénétrait d'une façon sensible entre les cellules de l'épiderme.

On remarque dans toutes les régions corrodées un nombre plus ou moins grand de granulations, *b*, fig. 36, tantôt isolées, tantôt disposées en ligne par deux ou par trois.

Ces granulations sont arrondies, revêtues d'une enveloppe mince ; leur diamètre varie entre 0µ5, 0µ7 et entre 1 µ et 1µ3, nous les avons désignées sous le nom de *Micrococcus Zeilleri*, var. *a* et var. *b*. La var. *a* se rencontre souvent isolée, la variété *b*, au contraire, se groupe en chaînette composée de deux, trois individus, quelquefois plus.

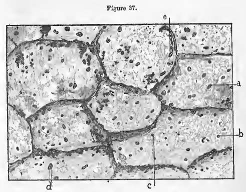
Ces micrococques ont été conservés par un procédé différent de celui de la houillification ordinaire, mais semblable à celui qui a permis aux cuti-

cules sur lesquelles on les rencontre de traverser la longue série de siècles qui séparent l'époque actuelle de l'époque du Culm inférieur de Russie.

La fragilité de leur enveloppe doit être très grande, et pourtant elle résiste à plusieurs traitements par l'ammoniaque bouillante, à celle de l'acide chlorhydrique étendu, froid. Les Bactéries disparaissent, au contraire, dans une dissolution bouillante de ce même acide étendu, et on trouve à leur place la cavité qu'elles occupaient conservant la forme de leur groupement primitif.

On ne peut supposer que ces granulations soient dues à la présence de poussières siliceuses, calcaires ou cireuses, car ces granulations sont

Figure 37.



Cuticule de *Bothrodendron*, face *externe*, grossie 800 fois.

a/ Micrococques disposés en ligne droite, continue, simulant un bacille.
b/ Micrococque isolé.
c/ Micrococque en voie de division.
d/ Micrococques groupés en colonie.
e/ Micrococques réunis par trois en ligne droite.

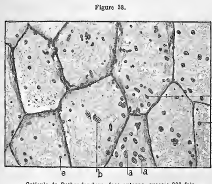
incrustées dans l'épaisseur même des membranes végétales; de plus, dans le cas de la silice, elles résisteraient à l'action de l'acide chlorhydrique étendu, froid ou chaud. Dans le cas d'un carbonate, il y aurait même à froid

un dégagement d'acide carbonique facile à constater au microscope; des globules cireux disparaitraient dans le toluène ou l'alcool.

La face externe des cuticules est relativement lisse; les érosions sont beaucoup moins apparentes que sur la face externe.

Il arrive quelquefois que les lignes de séparation des microcoques rangés en chainette ne sont plus visibles; il en résulte pour l'ensemble l'aspect d'un bâtonnet; tantôt ce bâtonnet est noir, *a*, fig. 37; tantôt il est clair et transparent, *a*, *a*, fig. 38.

Figure 38.



Cuticule de *Bothrodendron*, face externe, grossie 800 fois.

a / Microcoques groupés en ligne et simulant des formes bacillaires.
b,c / Groupements par trois dans lesquels on distingue les variétés *b* et *a*.
d / Microcoque var. *b* entouré d'un espace annulaire vide.
e / Microcoque n'ayant pas encore dissous la membrane autour de lui.

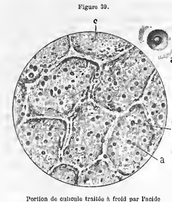
Ces bâtonnets ont sensiblement comme largeur le diamètre des microcoques d'où ils dérivent, et comme longueur, la somme de leurs diamètres.

Dans bien des cas on distingue autour des microcoques, quel que soit leur mode de groupement, un espace circulaire ou elliptique, *a*, *b*, *d*, fig. 38, plus clair, où la membrane végétale paraît avoir subi une altération due à leur présence. Cette altération s'étendait non seulement en largeur, mais encore en profondeur, puisque nous avons rencontré de nombreuses perforations.

Après le traitement par l'acide chlorhydrique, l'aspect de la surface change d'une façon sensible; les membranes délicates des microcoques étant enlevées ou détruites, il ne reste plus de visibles que les érosions qu'ils ont produites.

Les fig. 39 et 40 représentent deux portions de la même cuticule dont

Figure 39.



Portion de cuticule traitée à froid par l'acide chlorhydrique, grossie 800 fois.

a / Cavité conique au fond de laquelle se voit un microcoque. a', la même, plus grossie. On distingue le microcoque au fond de la cavité.
b / Cavité elliptique contenant deux microcoques.
c / Microcoques placés à la surface.

l'une a été lavée par l'acide chlorhydrique étendu froid, et l'autre par l'acide étendu bouillant.

Sur la première on voit que les microcoques sont, pour la plupart, placés dans l'épaisseur de la membrane. Les uns sont isolés au fond d'une sorte d'entonnoir dont la grande base est circulaire et tournée vers l'extérieur, *a*, *a'*, fig. 39.

Les autres, groupés par deux ou par trois occupent une cavité elliptique à bords également inclinés, *b*. D'autres enfin adhèront simplement à la membrane, *c*, et n'ont pas été détachés par le traitement.

Sur la cuticule représentée fig. 40, qui a été traitée par l'acide étendu et bouillant, la plupart des microcoques ont été enlevés; la membrane paraît comme trouée à la place qu'ils occupaient.

Là où il y avait un seul microcoque le fond de la cavité est représenté par un cercle lumineux, *a*; s'il y en avait deux, le fond est elliptique. Dans le cas où ils étaient réunis en chaînettes on remarque une bande claire plus ou moins allongée, *c*.

En *d* on distingue quelques microcoques, isolés ou disposés en chaînettes au fond de quelques cavités, qui ont résisté à l'action de l'acide.

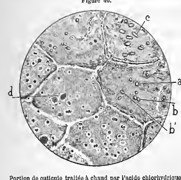
Les conclusions que nous avons tirées des recherches précédentes sont :

1° Les cuticules de Tovarkowo portent sur leurs faces interne et externe des érosions analogues à celles que produisent les Bactéries; elles sont plus marquées à la surface interne.

2° Après plusieurs traitements par l'ammoniaque bouillante, ou par une

dissolution de potasse au dixième froide, ces membranes, débarrassées de l'acide ulmique, conservent sur leurs deux faces des granulations sphériques semblables à des microcoques que nous avons désignés sous le nom de *Micrococcus Zeilleri*, var. *a* et *b*, mesurant respectivement 0µ5 et 1 µ environ, groupés ou nom en chaînettes.

Figure 40.



Portion de cuticule traitée à chaud par l'acide chlorhydrique étendu ; grossie 850 fois.

a / Cavités laissées par le départ de microcoques isolés.
b / Traces laissées par des diplocoques.
b' / Épaississement médian de la membrane au point de contact de deux microcoques.
c / Traces laissées par des microcoques réunis en chaînettes.
d / Quelques microcoques qui ont résisté au traitement et occupent encore le fond de certaines cavités.

3° Après le traitement à chaud par l'acide chlorhydrique étendu, les Bactéries sont partiellement détruites et il ne reste plus que les nombreuses érosions qu'elles ont produites.

Les cuticules de Tovarkowo ne sont pas houillifiées. L'analyse chimique a montré que leur composition se rapproche beaucoup de celle des cuticules des feuilles de Lierre et d'Agave, et leur conservation est telle, qu'il ne semble pas que leurs propriétés physiques et chimiques aient dû subir de grands changements.

Il est assurément bien surprenant de constater dans ces membranes une aussi grande résistance à la destruction.

D'un autre côté, les cuticules portent les traces profondes des ravages exercés par les Bactéries et auraient fini par disparaître complètement, si le travail des microcoques n'avait pas été brusquement enrayé ; nous supposons que les terres basses où s'étaient accumulés les troncs et les rameaux des Bothrodendrons, et où s'effectuait la macération microbienne, ont été recouvertes par des eaux chargées de principes ulmiques. Cette intervention a eu pour effet non seulement de tuer les Bactéries, mais de déposer l'acide ulmique que l'on rencontre en abondance entre les cuti-

cules, et en outre de communiquer à ces membranes ainsi qu'aux micro-coques eux-mêmes une résistance remarquable à la destruction.

Bactéries dévoniennes.

Micrococcus devonicus, var. A. et B., B. Renault.

Le genre *Aporoxylon* décrit par Unger[1] appartient aux Gymnospermes; il a été caractérisé par son bois dépourvu de zones concentriques d'accroissement, distinctes, et formé de trachéides *sans ornements*. Dès 1885[2], nous avons émis l'opinion que l'absence de ponctuations était due au mauvais état de conservation des échantillons. MM. Stenzel, de Solms, Schenk, nous-même, avons reconnu l'existence de ponctuations uni ou bi-sériées sur quelques trachéides.

Il était intéressant de rechercher la cause de la rareté des trachéides qui avaient conservé leurs ornements : nous l'avons trouvée, comme dans beaucoup d'autres cas analogues, dans l'intervention de Bactéries.

Sur une coupe transversale du bois, on voit à la place occupée primitivement par les parois des trachéides un grand nombre de corps sphériques teintés de rouge mesurant, quand ils ne sont pas déformés, 2 μ, 2 à 3 μ; ils se présentent quelquefois sous la forme de diplocoques; il n'est pas rare d'en trouver d'hypertrophiés, ou formant des amas irréguliers résultant de leur désagrégation; on distingue, par places, la membrane moyenne des trachéides qui a été conservée.

Sur d'autres préparations moins altérées on aperçoit souvent d'autres corps sphériques, plus petits, teintés de rouge ou de noir, mesurant 0μ5 ou 0μ7, répartis sur l'épaisseur des parois des trachéides, mais alignés en plus grand nombre sur la tranche des membranes moyennes dont on peut suivre ainsi les contours, grâce aux lignes plus foncées produites par les micrococques; l'intérieur contient quelquefois des groupes formés par les micrococques de la première espèce.

1. *Sur le genre Aporoxylon primigenium* Unger. *Schiefer — U. Sandsteinflora der Thüringer Waldes* (*in Beitr. Z. Palæontologie von Richter und Unger*, p. 95, tab. XIII, fig. 3-11.

2. *Cours de Botanique fossile*, 4e année, p. 169.

Il est évident que lorsque les couches d'épaississement sont détruites par les Bactéries et qu'il ne reste plus que les membranes moyennes, les trachéides doivent apparaître sans ponctuations comme celles des *Aporoxylon*.

Nous avons désigné ces deux nouvelles espèces sous les noms de *Micrococcus devonicus* A et *Micrococcus devonicus* B, les schistes à cypridines de Saalsfeld en Thuringe, où ils ont été rencontrés, appartenant au Dévonien supérieur. La première variété semble avoir eu pour fonction, comme le *Micrococcus Guignardi* du terrain houiller supérieur, de dissoudre les couches d'épaississement, tandis que la seconde s'attaquait plus particulièrement aux membranes moyennes.

Ces deux nouvelles espèces sont les plus anciennes que l'on connaisse.

Le genre permien *Hapaloxylon* que nous avons décrit autrefois[1] offre, sur l'échantillon qui a servi à nos études, un exemple de conservation analogue à celui que nous venons de signaler dans le bois de l'*Aporoxylon primigenium*.

En effet, un grand nombre de trachéides ont perdu toute trace de ponctuations et ont pris l'aspect de fibres ligneuses sans ornements, ou de cellules de parenchyme ligneux; les trachéides qui entourent la moelle ont seules conservé quelques ornements.

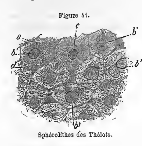
Dans la plus grande partie du cylindre ligneux les Bactéries ont donc enlevé les couches d'épaississement, ne laissant que les membranes moyennes. Mais il est intéressant de noter que le même échantillon contient des régions où ce ne sont plus les couches d'épaississement qui ont été attaquées les premières, mais les membranes moyennes. Les ponctuations aréolées sont intactes, et l'on voit des lambeaux de trachéides détachés, portant encore un certain nombre de ponctuations; quelquefois même, les ponctuations découpées comme par un emporte-pièce apparaissent isolées et flottantes. C'est un exemple frappant de division du travail chez les Bactéries.

1. V° Bulletin de la Société d'histoire naturelle d'Autun, p. 152 (1892), *Flore fossile du Bassin houiller d'Autun et d'Épinac*, p. 360, pl. LXXVI, fig. 1 à 8 (1896).

N° 164. — **Roches formées sous une influence bactérienne.**

Les couches de schistes placées au-dessus du banc principal de Boghead aux Thélots et à Margenne près Autun, contiennent une grande quantité de rognons siliceux qui, examinés en plaques minces, laissent voir une organisation toute particulière. Aux Thélots, fig. 41, la masse paraît formée d'une sorte de réseau polygonal simulant un tissu cellulaire très net; à l'intérieur de ces sortes de cellules polyédriques on remarque un ou deux noyaux, *b*, *b'*, dont la surface est finement granulée.

Figure 41.



Sphérolithes des Thélots.

a / Auréole rayonnante cristalline presque incolore.
b / Noyau central.
b', *c* / Noyaux multiples.
d / Petits noyaux disséminés dans l'intervalle des sphérolithes.

L'intervalle qui sépare le ou les noyaux du contour polygonal est tantôt homogène, tantôt sillonné de nombreuses aiguilles cristallines rayonnantes.

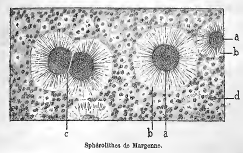
Les dimensions moyennes sont, pour le noyau, $21\,\mu$ de diamètre, et pour l'ensemble $58\,\mu$.

A Margenne, les coupes microscopiques tirées des rognons siliceux ont un aspect différent, fig. 7, pl. VII. On ne distingue plus de réseau polygonal; les noyaux sont assez fortement colorés en brun et toujours entourés d'une zone moins foncée, traversée par de nombreuses aiguilles cristallines rayonnantes. On distingue souvent dans le noyau une fine granulation; l'ensemble rappelle en tous points l'organisation des *Sphérolithes* ordinaires.

Le diamètre moyen d'un Sphérolithe est de $55\,\mu$; celui des aiguilles cristallines $1\,\mu$; leur longueur est de 15 à $18\,\mu$; et le noyau mesure de 21 à $24\,\mu$; ces dimensions sont sensiblement les mêmes que celles du réseau polygonal des Thélots et des noyaux que l'on y remarque à l'intérieur des mailles. Il n'est pas rare de voir les noyaux séparés par une sorte de cloison, fig. 42. D'autres fois, les noyaux sont comme fusionnés, fig. 7, pl. VIII. On peut toutefois se rendre compte de leur nombre primitif.

Le contour des sphérolithes est en général assez bien limité, mais il arrive parfois que l'extrémité des aiguilles cristallines se fond dans la

Figure 42.

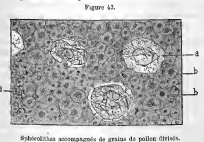


Sphérolithes de Margenne.

a / Noyau sphérique autour duquel s'est formée une couche de cristaux siliceux radiés.
b / Zone de cristaux radiés.
c / Double noyau sphérique central.
d / Noyaux beaucoup plus petits autour desquels s'est formée une zone de cristaux radiés moins épaisse.

masse siliceuse environnante ; il n'y a pas de membrane comparable à celle qui limite les sphérolithes des Thélots.

Figure 43.



Sphérolithes accompagnés de grains de pollen divisés.

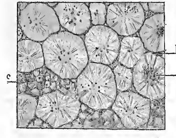
a / Grain de pollen ou prépollinle.
b / Sphérolithes de forme arrondie.
d / Sphérolithes plus petits, de forme polyédrique.

Entre les sphérolithes assez volumineux que nous venons de décrire s'en trouvent d'autres beaucoup plus petits, *d*, fig. 41 et fig. 42 ; les uns paraissent formés d'un simple noyau, les autres ont déterminé autour d'eux la formation d'aiguilles cristallines de longueur variable. En outre, aux Thélots comme à Mar-

genne, au milieu des sphérolithes on rencontre de nombreuses prépollinies, *a*, fig. 43, dont les contours sont bien définis. Le prothalle mâle remplit complètement l'intine : ce ne sont donc pas des grains de pollen de Cordaïte, ils n'ont provoqué autour d'eux aucune trace de cristallisation.

Il était intéressant de rechercher l'origine de ces sphérolithes : de nombreuses préparations faites dans des végétaux variés tels que *Arthropitus*, *Myeloxylon*, *Cordaïte*, *Colpoxylon*, dans un grand nombre de graines, etc., nous ont montré que ces corps pouvaient résulter de la présence de Bactéries dans les tissus décomposés de ces plantes.

Figure 44.



Moelle d'*Arthropitus lineata* (champ des Borgis).

a / Cellules en partie dissociées, à l'intérieur desquelles on voit de nombreux *Micrococcus Guignardi*, var. *α*.

b / Cellules se séparant, par destruction de la membrane moyenne.

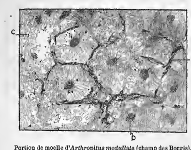
c / Portion de tissu désorganisé renfermant des colonies de microcoques.

La fig. 44 nous montre une partie de la moelle d'un *Arthropitus lineata*, dont les cellules occupées par un certain nombre de microcoques commencent à se désunir et à se séparer. Dans quelques-unes les microcoques se sont rassemblés partiellement au centre ; des cristaux radiés de silice se voient à l'intérieur. Dans cet exemple, la minéralisation a eu lieu avant le rassemblement complet des microcoques et avant la séparation des cellules. Dans d'autres exemples les eaux siliceuses ont pénétré les tissus quand les microcoques s'étaient déjà réunis en zooglée, fig. 45, *b* ; les parois des cellules sont en plus mauvais état que dans le cas précédent ; beaucoup sont détruites, mais le tissu n'est pas encore désagrégé. Cette portion de moelle d'*Arthropitus* présente une grande analogie avec les sphérolithes des Thélots représentés fig. 41. Le diamètre des cellules est de 55 μ environ, la zooglée centrale mesure 15 à 20 μ. Les granulations que l'on y remarque

atteignent à peine $0\mu 5$; ce sont les dimensions que nous avons trouvées pour le *Micrococcus hymenophagus* var. B, qui attaque les membranes moyennes des cellules de l'*Arthropitus bistriata* et des *Stigmaria*.



Figure 45.



Portion de moelle d'*Arthropitus medullata* (champ des Borgis).

a / Cellules dont les parois sont en partie conservées.
b / Noyau granuleux des cellules.
c / Région où les parois sont complètement détruites ; les noyaux seuls sont visibles.

Si la moelle des *Arthropitus* et celle d'autres végétaux, ou d'une façon plus générale, si les tissus parenchymateux encore en place ou détachés par fragments par les animaux qui en faisaient leur nourriture[1], attaqués par les Bactéries, ont été l'origine des sphérolithes de Margenne et des Thélots, on pourrait comprendre les détails de leur formation de la façon suivante :

Aux Thélots des fragments de tissus envahis par des microcoques, mais dans lesquels la membrane moyenne des cellules existait encore en partie, ont été entraînés et se sont déposés dans des eaux peu troublées, en même temps que les grains de pollen et autres débris végétaux tenus en suspension. Les restes de membrane ont entravé, dans beaucoup de cas, la cristallisation de la silice sous forme d'aiguilles rayonnantes.

A Margenne, les tissus végétaux qui ont donné naissance aux sphérolithes ont été plus profondément décomposés par les Bactéries ; la dissolution des enveloppes cellulaires a été complète ; il n'est resté de la cellule que les produits altérés du protoplasme et des parois formant une

1. On trouve fréquemment à l'intérieur des troncs d'*Arthropitus* dee pelottes formées de débris de fibree ligneuees ou de fragmente de moelle, qui semblent être des résidus de digestion. Ces cellules de moelle renferment preeque toutee des microcoques réunie en zooglées.

sorte de gelée autour du noyau occupé par les microcoques. Souvent même cette couche paraît ne pas exister, fig. 46. Les microcoques se sont réunis en zooglée indépendante que le moindre courant pouvait entraîner[1]. En contact avec des eaux chargées de silice, les zooglées ont été le point de départ de cristaux se développant librement, ou dans une couche de gélose.

L'absence de membranes autour des sphérolithes de Margenne est la cause principale de la différence d'aspect que l'on remarque entre les préparations faites, dans les rognons siliceux des deux localités.

Il ne serait pas impossible qu'un certain nombre de roches oolithiques aient eu comme origine de leur formation des zooglées bactériennes analogues à celles que nous venons de citer.

Application des notions fournies par la paléontologie végétale à l'étude de l'évolution des plantes.

Il existe chez les plantes vivantes certains organes dont nous ne voyons pas actuellement l'utilité, ni la grande importance : telle est la chambre pollinique, le pollen pluricellulaire de certaines Gymnospermes ; le faisceau diploxylé des frondes de Cycadées, etc.

Ces particularités d'organisation pourraient s'expliquer par une sorte d'atavisme qui les maintiendrait encore pendant quelques temps ; mais on peut les considérer comme destinées à disparaître, les causes qui les ont fait naître ayant cessé d'exister. Nous consacrerons les dernières pages de notre notice à l'examen de ces curieux détails organiques d'origine fort ancienne.

1. On rencontre des zooglées bactériennes autour de toutes sortes de débris végétaux en décomposition, dans les coprolithes, dans les schistes, etc. Nous préparons un travail assez étendu sur ce sujet.

N° 165. — Chambre pollinique.

La chambre pollinique a été découverte par Ad. Brongniart dans les graines fossiles du terrain houiller de Rive-de-Gier (1874), en premier lieu dans le *Stephanospermum akenioides*, fig. 6, pl. V, C P, où elle est très nette et très développée[1]. Puis dans un assez grand nombre d'autres genres de la même localité. Un peu plus tard (1875)[2], nous l'avons observée dans les ovules renfermés dans des cônes de *Ceratozamia mexicana*, var. *spinosissima*, de *Ceratozamia Ghiesbreghti*, de *Zamia furfuracea*, de *Dioon edule*, etc. Chez divers représentants de la famille des Salisburiées et de la famille des Gnétacées.

La découverte de la chambre pollinique a donc été faite dans les graines fossiles avant qu'on ne l'ait signalée dans les graines vivantes, où pourtant elle se voit assez nettement. En effet, le nucelle des jeunes ovules de Cycadées se termine, en haut, par un prolongement, fig. 10, pl. VI, qui s'engage dans le canal micropylaire des téguments, à peu près jusqu'à moitié de sa longueur ; à ce moment le prolongement ne présente aucune solution de continuité. A l'époque de la fécondation, le prolongement conique se creuse d'un canal qui vient aboutir à une cavité, C P, formée en même temps, dans le tissu du nucelle, par l'écartement et la disjonction des cellules ; la cavité est irrégulière et composée de plusieurs lacunes dont la réunion constitue une sorte de chambre commune.

Les grains de pollen se réunissent dans cette cavité, peuvent y séjourner et attendre le développement des organes femelles (archégones).

L'apparition de la chambre pollinique est indépendante de la fécondation, nous l'avons retrouvée dans des ovules n'ayant pas reçu de grains de pollen.

Toutes les graines fossiles silicifiées du terrain houiller contiennent une chambre pollinique ; sur plus de trois cents graines que nous avons préparées et examinées nous n'avons rencontré aucune exception.

Il faut donc admettre qu'à cette époque et aux époques antérieures, son

1. Ad. Brongniart, *Recherches sur les graines fossiles silicifiées*, 1881, p. 18.
2. Loc. cit., p. 31 et suivantes.

rôle était d'une importance capitale, tandis que maintenant il paraît considérablement réduit et secondaire.

Quel a été ce rôle ? Nous reproduirons les réflexions que nous avons faites à ce sujet dans une conférence, il y a quelques années. [1]

Les grands groupes de végétaux admis par les Botanistes n'ont pas fait leur apparition sur le globe au même instant.

Les couches sédimentaires les plus anciennes dans lesquelles les paléobotanistes ont constaté la présence de plantes à peu près certaines, appartiennent au Silurien supérieur de Gaspé (Amérique du nord). Ces débris ont été fournis : soit par des Cryptogames *cellulaires*, et dans ce cas les empreintes sont assez vagues et diffuses, à cause de la nature molle des organes; soit par des végétaux à tissus *vasculaires*, dès lors plus résistants, tels que les *Psilophyton* et les Cordaïtes, représentant les Cryptogames vasculaires et les Gymnospermes.

Le terrain dévonien voit apparaître d'autres Cryptogames vasculaires, comme les Calamariées, les Lépidodendrons, les *Stigmaria*, les *Sphenopteris*, les *Sphenophyllum*, etc. Dans le Culm se montrent les Calamodendrées (*Bornia*). Les Cycadées (*Noeggerathia*) font leur apparition dans le terrain houiller moyen, tandis que, un peu plus tard, les Gnétacées (*Gnetopsis*), les Conifères (*Walchia*) se rencontrent dans le terrain houiller supérieur.

Les Salisburiées (*Ginkgo martenetensis*) se montrent avec leurs feuilles et leurs fructifications dans les assises permiennes.

Jusqu'ici aucune plante phanérogame angiosperme n'a été découverte dans les différents étages que nous venons de citer. La première apparition de ce groupe important qui comprend les Monocotylédones et les Dycotylédones ne s'est faite qu'à l'époque du Trias, et ce sont des Monocotylédones telles que le *Yuccites vogesiacus* qui ont débuté.

Quant aux Dicotylédones angiospermes apétales (*Populus*, *Dryophyllum*, *Laurus*, etc.), ils faut remonter jusqu'aux terrains crétacés pour les rencontrer.

Les Dicotylédones angiospermes monopétales (*Bignonia*, *Galium*) ne se montrent que dans les terrains tertiaires.

1. *Deuxième Bulletin de la Société d'histoire naturelle d'Autun*, 1889, p. 563. Voir aussi *Cours de botanique fossile*, 1881, page 101.

Parmi les causes multiples que l'on peut invoquer pour expliquer ces apparitions successives, il en est une qui doit avoir joué un rôle prépondérant, c'est le mode de reproduction plus ou moins approprié au milieu dans lequel les plantes devaient vivre.

Or chacun sait que la grande majorité des Cryptogames vasculaires se reproduisent au moyen de deux sortes d'appareils, les *Anthéridies* et les *Archégones*. Les Anthéridies ou organes mâles laissent échapper à la maturité, quand ils sont humectés, des corps mobiles *Anthérozoïdes* qui, à la faveur du milieu liquide dans lequel ils se déplacent, peuvent pénétrer à l'intérieur des archégones et y féconder l'une des oosphères qui s'y trouvent; la présence de l'eau est donc nécessaire à l'acte de la fécondation chez la plupart des Cryptogames. Les Phanérogames angiospermes se reproduisent également par deux sortes d'organes : l'*Ovule* renfermant la masse protoplasmique qui doit être fécondée, et les *Anthères* laissant échapper le pollen; les grains transportés par les vents ou les insectes sont déposés sur l'extrémité de l'ovaire, à l'intérieur duquel se trouve l'ovule. Le grain de pollen germe à l'extérieur de l'ovaire; le tube pollinique produit par cette germination parcourt un chemin plus ou moins long, pénètre à travers les diverses enveloppes do l'ovaire et de l'ovule et vient féconder l'oosphère. Le milieu au sein duquel le transport de l'élément fécondateur s'effectue doit être gazeux, et comme la germination du pollen exige un certain temps, la fréquence de pluies abondantes amènerait, d'une part, l'impossibilité du transport des grains soit par le vent, soit par les insectes; de l'autre, leur entraînement dans le cas où ils auraient pu atteindre leur destination. Ce dernier phénomène connu sous lo nom de coulure est encore assez fréquent de nos jours pendant les années pluvieuses.

Pendant le dépôt des terrains primaires et d'une partie des terrains secondaires, une température uniforme relativement élevée régnait dans toutes les régions du globe, tout aussi bien aux pôles qu'à l'équateur; les espèces de plantes fossiles indiquant un climat chaud et humide, recueillies dans les terrains houillers intertropicaux, sont en effet les mêmes que celles recueillies par Nordenskiöld dans les terrains houillers du Groënland et du Spitzberg. Les glaces polaires n'existaient pas; une portion notable des eaux des mers actuelles était à l'état de vapeurs ou de nuages dans l'atmosphère; de là des pluies extrêmement fré-

quentes et torrentielles, séparées par des intervalles assez courts de fortes chaleurs.

Dans ces conditions les plantes Dicotylédones angiospermes exposées à des *coulures perpétuelles* n'auraient pu facilement se reproduire, et si elles avaient existé auraient fini par disparaître. Les Cryptogames, au contraire, favorisées dans leur développement par cette atmosphère chaude et humide, ont pris un essor extraordinaire.[1]

Mais nous avons dit plus haut que les Phanérogames gymnospermes (Cordaïtes, *Bornia*, etc.), s'étaient montrées de très bonne heure à la surface de la terre et que les couches dévoniennes, le Culm, en offraient de nombreux exemples. Certains détails des appareils reproducteurs nous fournissent l'explication de leur apparition précoce et de leur facile multiplication.

Dans les Gymnospermes, le grain de pollen transporté par le vent ou les insectes ne s'arrête pas à *l'extérieur* d'un ovaire, il pénètre par le micropyle dans l'ovule ; le plus souvent même une cavité spéciale, la *chambre pollinique,* lui est destinée; là, à l'abri des intempéries extérieures, il peut attendre, sans crainte d'être entraîné par les pluies, le moment favorable pour féconder l'oosphère contenue dans l'archégone du sac embryonnaire.

Dans les graines fossiles, l'arrivée du pollen à l'intérieur de l'ovule s'effectuait *bien avant* le développement des archégones. Nous donnons, pl. V, fig. 4 et 5, une coupe faite dans un ovule de Cordaïte : deux grains de pollen sont déjà entrés dans la chambre pollinique *c p;* deux autres sont engagés dans le canal micropylaire, C, fig. 5, et se dirigent vers les premiers. A l'intérieur du nucelle on ne voit pas encore de trace d'archégone ni même de sac embryonnaire.

Grâce à cette particularité intéressante consistant dans la pénétration du grain de pollen dans l'intérieur de l'ovule aussitôt son arrivée, un grand nombre de Gymnospermes se sont montrées de bonne heure sur la terre et se sont perpétuées jusqu'à nos jours.

Les Angiospermes, au contraire, n'ont pu se maintenir avec la disposition de leur appareil femelle actuel, que lorsque les pluies sont devenues moins abondantes et moins fréquentes. La chambre pollinique, si

1. Les organes de reproduction des Cryptogames sont généralement placés à la face inférieure de feuilles ou de prothalles, ou renfermés dans des épis qui, après leur chute sur le sol, les protègent contre des pluies trop abondantes.

importante autrefois, puisqu'elle a permis aux Cordaïtes de se montrer dès l'époque silurienne en même temps que les premières Cryptogames vasculaires, a perdu presque toute son utilité. Beaucoup de genres de Conifères relativement récents en sont dépourvus; les grains de pollen continuent bien à pénétrer dans l'intérieur de l'ovule, mais n'y trouvent plus de chambre pour les recevoir. On doit donc considérer la présence de la chambre pollinique dans les Salisburiées, les Gnétacées, les Cycadées, comme une sorte d'atavisme, indiquant l'ancienneté de leur apparition sur le globe.

N° 166. — Pollen pluricellulaire des Gymnospermes et des Gnétacées.

Chez les Dicotylédones angiospermes, le grain de pollen est ordinairement une simple cellule munie d'une double enveloppe, intine et exine, d'un protoplasma et d'un noyau. Quelquefois ce noyau se dédouble, mais il n'y a jamais de cloison de cellulose qui sépare les deux moitiés, toutes les deux s'engagent dans le tube pollinique en voie de germination.

Dans les Gymnospermes, le grain de pollen se partage, au contraire, par une cloison de cellulose en deux cellules, une grande et une petite; celle-ci se divise quelquefois à son tour en deux autres. Au moment de la germination du grain de pollen, la grande cellule seule se développe pour former le tube pollinique, la petite cellule simple ou dédoublée ne prend aucun accroissement. La figure 11, pl. VI, montre un grain de pollen de *Pinus pinaster* qui présente en haut une petite cellule, contenue dans la grande; latéralement on voit les deux ampoules aériennes favorisant la dissémination des grains.

La figure 12 montre le même grain après sa germination. La petite cellule P est restée sans accroissement à la partie supérieure, tandis que la grande cellule s'est développée en un long tube pollinique.

Nous avons représenté, figure 13, un grain de pollen de *Macrozamia longifolia* après sa germination; ici le grain s'est divisé en trois cellules, deux petites, P, et une grande, C, qui s'est allongée en un long tube, après avoir déchiré l'enveloppe protectrice, l'exine, dont on aperçoit les restes en dessus. A l'extrémité inférieure du tube se voient deux nucléoles.

Les dimensions des grains de pollen vivant sont très variables; dans le *Ficus elastica* le diamètre atteint à peine 8 μ; dans la courge, au contraire, il mesure 200 μ. Les grains de pollen fossiles ou prépollinies sont en général plus volumineux; nous n'en avons pas rencontré dont la taille s'abaissât à celle du pollen du *Ficus*. Les grains disposés en tétrade chez les *Arthropitus* mesurent 40 μ en diamètre; la tétrade entière atteint 76 μ.

Le pollen des Cordaïtes, de forme ellipsoïdale, mesure, suivant les grand et petit axe, 120 μ et 70 μ : P, fig. 5, pl. V.

Celui des *Stephanospermum*, 170 μ et 100 μ, 193 μ et 128 μ, suivant les mêmes dimensions : fig. 8 et 9, pl. VI.

Enfin celui des *Dolerophyllum*, également de forme ellipsoïdale, atteint les dimensions énormes de 400 μ et 310 μ : fig. 4, 5, 6, pl. VI.

Ces différentes espèces de pollen fossile présentent, toutes, la particularité curieuse de contenir à leur intérieur un nombre assez considérable de cellules. Ces cellules apparaissent de très bonne heure, car on les trouve déjà formées à l'intérieur des grains renfermés dans les anthères non ouvertes des fleurs mâles de Cordaïtes : fig. 7 et 8, pl. V.

Le nombre des cellules est supérieur à celui que l'on observe dans les grains de pollen des Gymnospermes; il varie suivant les familles. Chez les Cordaïtées, cette sorte de prothalle mâle ne remplit jamais le grain tout entier; on compte 10 à 12 cellules au plus, même à l'intérieur de ceux qui ont séjourné dans la chambre pollinique. Le pollen des *Stephanospermum*, fig. 6, pl. V, et fig. 8 et 9, pl. VI, est, au contraire, complètement rempli par le prothalle. Sous ce rapport le pollen des *Dolerophyllum* est aussi fort remarquable : fig. 4 et 6; les cellules qui le composent sont nombreuses, remplissent le grain tout entier et atteignent de grandes dimensions.

Une différence capitale existe entre les grains divisés de pollen vivant et les grains de pollen fossile. En effet, dans les premiers, le grain se partage, comme on l'a vu, par une cloison de cellulose en deux cellules, une grande et une petite; celle-ci se divise quelquefois à son tour en deux autres, et au moment de la germination, la grande cellule seule se développe pour former le tube pollinique, tandis que la petite cellule simple ou dédoublée ne prend aucun accroissement.

Dans le pollen fossile on ne voit ni grandes ni petites cellules; toutes paraissent de taille sensiblement uniforme et semblent équivalentes;

une ou plusieurs ont donc pu émettre leur tube pollinique, rappelant quelque peu les pollinies de certaines Orchidées, dont chaque grain soudé pousse son tube indépendamment de ses voisins, et dont l'ensemble produit un faisceau de tubes entrecroisés.

Cependant malgré nos recherches nous n'avons jamais trouvé de tubes émis par les grains de pollen contenus dans la chambre pollinique des grains fossiles, ni à la surface de l'exine de traces de pores, d'amincissements de parois, destinés au passage du tube; l'exine est presque toujours continue, épaisse, quelquefois cependant elle présente un pli longitudinal qui aurait permis en s'ouvrant la sortie du contenu du grain.

Les grains de pollen de *Dolerophyllum* offrent un exemple remarquable de ce mode de déhiscence.

Sur la fig. 5, pl. VI, en effet, nous avons représenté une de ces prépollinies, montrant à la surface de l'exine deux replis, suivant lesquels deux fentes concourantes à leurs extrémités se produisent; la portion d'enveloppe ainsi découpée laissait, en se détachant, une large ouverture par laquelle pouvait s'échapper le contenu du grain.

Or dans la chambre pollinique de certaines graines, *Ætheotesta elliptica* par exemple, fig. 7, pl. VI, nous avons rencontré des grains de pollen divisés, fig. 4, ne différant du pollen des *Dolerophyllum* que par l'absence de l'enveloppe épaisse, coriace qui les protège : fig. 5 et 6. Nous en avons conclu qu'avant de pénétrer dans le canal micropylaire, l'intine renfermant le prothalle mâle se dépouillait de son enveloppe protectrice, c'est-à-dire de l'exine, opération rendue facile par le départ de l'opercule O. Dans cet exemple, la présence de pores ou de parties amincies, dans l'épaisseur de l'exine pour le passage du tube pollinique, devenait inutile.

Les Cordaïtes du terrain houiller supérieur, qui sont des plantes plus voisines des Gymnospermes actuelles que les *Dolerophyllum*, ont des prépollinies contenant un prothalle formé d'un nombre de cellules plus petit que celui de ces derniers végétaux, mais plus grand que celui des Conifères et des Cycadées vivantes; c'est donc, chez eux, une simplification dans l'appareil mâle qui conduirait peu à peu à celui des Gymnospermes actuelles. Chez les Angiospermes, la simplification est encore plus grande, puisque le prothalle se réduit à une cellule, dont le noyau seul se divise. Le pollen divisé de nos Gymnospermes paraît comme un terme simplifié d'une série contenant des grains de plus en plus compliqués, l'une des

extrémités s'arrêtant au pollen des Angiospermes vivantes et l'autre aux prépollinies des *Dolerophyllum*.

Cependant entre les prépollinies houillères et le pollen des Gymnospermes, comme nous l'avons déjà fait remarquer, il existe des différences très sensibles : dans les premières, toutes les cellules paraissent équivalentes et semblent avoir été capables d'émettre un tube. Le séjour prolongé des grains dans la chambre pollinique expliquerait la nécessité de l'émission successive d'un assez grand nombre de ces tubes.

On peut donc considérer la présence des petites cellules stériles du pollen des Gymnospermes vivantes comme la conséquence d'une sorte d'atavisme ; elles représenteraient les restes dégénérés d'un prothalle mâle beaucoup plus développé aux époques primaires, dont les cellules, toutes semblables, étaient pour la plupart fertiles.[1]

N° 167. — Faisceaux diploxylés des frondes de Cycadées.

On sait que les faisceaux vasculaires qui parcourent les frondes des Cycadées offrent cette particularité unique dans le règne végétal, d'être composés de deux sortes de bois, l'un différencié en direction centrifuge comme celui de la plupart des plantes phanérogames, l'autre, au contraire, différencié en direction centripète comme celui d'un grand nombre de plantes cryptogames vasculaires.

La figure 1, pl. VI, qui représente une coupe transversale d'un faisceau vasculaire pris dans un pétiole de *Cycas revoluta* montre en h1, h1, le bois centrifuge ou secondaire recouvert extérieurement d'une couche épaisse, *l*, de liber secondaire, lui-même accompagné, plus en dehors, d'une assise mince, *pl*, de liber primaire. Le bois centripète ou primaire se voit en *ph*.

1. Mais au lieu de tubes polliniques, ces cellules ont peut-être laissé échapper successivement des anthérozoïdes.

Nous n'émettons cette idée qu'à titre d'hypothèse qui, si elle était vérifiée, établirait un lien nouveau entre les Cryptogames et les Phanérogames, en reconnaissant aux organes mâles de certaines Gymnospermes houillères, un caractère cryptogamique analogue à celui que les organes femelles des Gymnospermes vivantes et fossiles possèdent déjà, par la présence d'archégones dans le sac embryonnaire.

Ces deux bois, ordinairement séparés dans les plantes vivantes, peuvent, dans une certaine mesure, servir de caractéristiques entre les plantes arborescentes phanérogames et cryptogames actuelles.

Chez les végétaux anciens, l'association de ces deux bois se présente, au contraire, très fréquemment, et nous croyons intéressant de rappeler en quelques pages les résultats fournis par nos observations sur ce sujet.

La constitution diploxylée du cordon foliaire reconnue dans les pétioles des Cycadées se poursuit dans les folioles, les carpophylles des Cycas, dans la partie de l'écaille qui peut être considérée comme limbaire dans les cônes mâles, et au-dessus de la zone d'insertion des ovules dans les écailles femelles des Zamiées, en un mot dans la partie aérienne foliacée du cordon.

La partie caulinaire, c'est-à-dire celle qui va de la base d'insertion de la fronde se relier au bois de la tige, ne renferme que du bois centrifuge, le bois centripète s'arrête à la surface sans y pénétrer.

Dans un grand nombre de plantes fossiles l'association est plus complète, on peut l'observer dans la partie caulinaire du cordon foliaire, dans le bois de la tige, dans celui des rhizomes.

Si l'on attribue, sans l'exagérer toutefois, au bois secondaire issu d'un cambium un caractère de Phanérogamie, et au bois primaire centripète non formé par une assise génératrice, un caractère de Cryptogamie, l'étude du mode d'association de ces deux caractères dans les végétaux, ne saurait manquer d'intérêt, et permet d'établir entre deux embranchements, par exemple, une série de genres intermédiaires pouvant les relier sans transition trop brusque.

En choisissant comme plante cryptogame vasculaire une Lycopodiacée fossile arborescente, telle que le *Lepidodendron rhodumnense*, et comme phanérogame vivante le *Cycas revoluta*, nous avons, d'une part, une plante possédant un certain nombre de caractères cryptogamiques très nets, d'autre part, une plante revêtue, de son côté, d'un certain nombre d'attributs phanérogamiques bien arrêtés.

Si nous allons de la Lycopodiacée à la Cycadée, les végétaux intermédiaires de la série devront perdre peu à peu les marques cryptogamiques pour acquérir celles qui appartiennent aux Phanérogames; mais ces changements peuvent s'effectuer de plusieurs manières :

1° Où bien chacun des caractères cryptogamiques sera remplacé successivement par un caractère phanérogamique correspondant; ou bien au

caractère cryptogamique viendra s'ajouter d'abord le caractère phanérogamique, puis ce dernier s'accentuant peu à peu fera disparaître complètement le premier.

2° En outre, quel que soit celui des deux modes de substitution suivi, il peut se montrer simultanément dans tous les organes à la fois, ou bien successivement dans chacun des membres de la plante et dans un ordre déterminé.

3° Cet ordre peut être le même ou différer dans les Séries parallèles qui permettront de relier certaines classes de Cryptogames à des classes de Phanérogames convenablement choisies.

Nous nous bornerons à rechercher ces deux espèces de bois dans les organes les plus apparents, tels que rhizomes, tiges, feuilles, qui sont les parties des plantes fossiles les plus facilement comparables aux organes similaires des plantes vivantes.

Tiges non articulées, — rhizomes.

Parmi les végétaux actuels, les rhizomes des *Helmintostachys*, des *Botrychium*, etc., offrent, on le sait, un bois secondaire centrifuge rappelant dans une certaine mesure celui de quelques plantes phanérogames. Les faisceaux vasculaires des racines et des feuilles, les fructifications conservent au contraire la structure et l'organisation qui appartiennent aux Cryptogames.

Parmi les plantes fossiles, les rhizomes sont assez rares, cependant nous pouvons citer les *Stigmaria* dont la structure est assez bien connue. Ces rhizomes existent déjà dans le Dévonien de Saalsfeld en Thuringe. Le *Stigmaria annularis*, Unger, montre une association très nette de bois centripète et de bois centrifuge. Sur une coupe transversale on distingue, à l'intérieur du cylindre ligneux, six bandes de bois cryptogamique, dont cinq sont soudées plus ou moins intimement à la partie interne des coins ligneux formée de trachéides *ponctuées*[1], la sixième est, à une petite distance du bois, plongée dans la moelle.

1. Du moins, c'est ce que nous avons cru pouvoir déduire de l'examen de coupes transversales.

Les cordons foliaires aboutissent successivement à chacun de ces faisceaux quand ils se sont mis en contact avec l'extrémité interne des coins ligneux. Gœppert a décrit[1] un *Stigmaria* recueilli dans le Culm de Falkenberg (Silésie) ayant conservé sa moelle : deux bandes vasculaires de bois centripète la parcourent et sont en rapport aveo les cordons foliaires.

Les *Stigmaria* étudiés par Hooker, Williamson et par nous-même, appartiennent au terrain houiller moyen et ne paraissent pas contenir de faisceaux vasculaires analogues; le bois centripète est réduit à quelques trachéides adhérentes aux lames internes des coins ligneux, fig. 12, pl. III.

Les *Stigmaria* semblent donc perdre peu à peu leur bois cryptogamique en passant du Dévonien au terrain houiller moyen.

Les *Stigmaria* des Sigillaires lisses plus récentes, fig. 15 et 16, pl. III, en traversant le terrain houiller supérieur, n'ont pas eu le temps de perdre leur bois centripète, puisque nous en avons observé dans le *Stigmaria Brardi* provenant des assises permiennes d'Autun. Mais dans les *Stigmaria* du terrain houiller moyen, comme dans ceux du terrain permien, le cordon foliaire est *diploxylé* à l'intérieur de la tige et dans la feuille, A, B, fig. 13, pl. III.

Les rhizomes des Sigillaires du terrain houiller moyen et supérieur, ainsi que ceux des couches permiennes, possèdent donc des cordons foliaires diploxylés dans la région caulinaire et la partie aérienne. Les tiges aériennes, comme nous le verrons un peu plus loin, ne sont pas aussi avancées en organisation.

Tiges aériennes.

Les *Lepidodendron rhodumnense, Lep. esnostense, Lep. Harcourti*, etc..., dont la structure est bion connue, pouvent être considérés comme des Lycopodiacées arborescentes plus élevées en organisation que nos *Lycopodium*. Le bois des racines, celui de la tige, des feuilles, des bractées, sont simples; on n'observe jamais de bois secondaire. Nous donnons, pl. I, fig. 1 et 5, les coupes longitudinales d'un jeune rameau de *Lepidodendron rhodumnense* garni de ses feuilles, que nous avons recueilli dans

1. Gœppert. *Les genres de plantes fossiles*, pl. XIII, fig. 8. Bonn, 1841.

les rognons silioeux de Combres (Loire). En A, on voit l'axe ligneux d'où partent les cordons vasculaires E qui se rendent dans les feuilles.

Sur la coupe transversale de l'axe ligneux, fig. 3 et fig. 2, plus grossie, on peut s'assurer que le cylindre est plein, sans trace de moelle; que les éléments trachéens, T R, sont à la périphérie; que le liber B, forme une assise continue autour du bois primaire centripète A.

Les fructifications sont constituées par des épis coniques, de douze à quinze centimètres de longueur sur cinq à six centimètres de largeur, portant, au sommet, des microsporanges, fig. 10, remplis de microspores tétraédriques, fig. 8 et 9, groupées par quatre, munies d'une sorte de bande élastique; et vers la base, des macrosporanges contenant des macrospores, fig. 6, dont quelques-unes montrent encore, fig. 7, dans leur intérieur, un prothalle femelle B sur lequel s'est développé un archégone D! Tous ces caractères sont cryptogamiques.

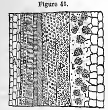
Le faisceau foliaire seul, A, fig. 4, paraît au premier abord avoir une organisation plus compliquée, car en outre du cordon vasculaire cryptogamique, bi-centre, A, entouré de son liber B, on remarque une gaine extérieure, C, composée de cellules vasiformes rayées; mais cette zone n'est pas due à une zone génératrice particulière, et semble avoir rempli le rôle de tissu aquifère, tissu si commun chez les plantes des terrains primaires. Les Lépidodendrons du Culm ne présentent donc que des caractères cryptogamiques, ce n'est que dans ceux d'origine plus récente que des changements apparaissent.

1re PHASE. — La première manifestation phanérogamique se montre dans la tige, et c'est le *Lepidodendron selagenoides* du terrain houiller moyen qui nous la fournit, sous la forme d'une couronne de bois rayonnant secondaire entourant tardivement le bois centripète; mais les cordons foliaires dans leur trajet à travers la tige et dans le limbe des feuilles restent monoxylés cryptogamiques.

2e PHASE. — Les *Heterangium*, fig. 11, pl. I, possèdent une tige formée pendant un certain temps de bois centripète, A; le bois secondaire centrifuge, B, n'apparaît que plus tard; les cordons foliaires ne prennent dans la tige que des traces de bois secondaires, B, fig. 46. Ce bois est très peu apparent, car sur nos premières préparations nous n'avons pu l'observer; c'est pourquoi, dans notre Flore du Bassin houiller d'Épinac et d'Autun, nous avons admis que le cordon foliaire était monoxylé.

Mais tout récemment de nouveaux échantillons nous ayant été adressés, nous y avons reconnu des traces de bois secondaire, toutefois beaucoup moins apparentes que dans les cordons similaires des Poroxylées ou des Sigillaires lisses.

Figure 46.



Coupe longitudinale d'un cordon foliaire d'*Heterangium punctatum* B. R.

A / Liber ; *B*, deux trachéides ponctuées représentant le bois secondaire.

C / Trachées et trachéides rayées du bois primaire ; *D*, Trachéides ponctuées.

E / Zooglées bactériennes flottantes dans une région où le tissu cellulaire est détruit.

La tige des *Heterangium* renferme deux sortes de massifs vasculaires, les uns propres à la tige, les autres communs à la tige et aux feuilles.

Ces plantes, sur la structure desquelles nous reviendrons sous peu, offrent un intérêt particulier, puisque ce sont les premières qui présentent les indices de l'apparition du bois secondaire dans la portion caulinaire du cordon foliaire.[1]

Dans le genre *Diploxylon*, que quelques paléobotaniste considèrent comme renfermant des tiges appartenant aux Sigillaires cannelées, le système ligneux comprend une couronne de bois centripète, B, fig. 1, pl. III, épaisse, continue, entourée d'une couche assez importante de bois rayonnant secondaire, A. La structure des cordons foliaires ne nous est pas suffisamment connue pour que nous puissions en tenir compte.

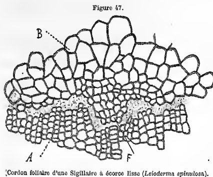
Il n'en est pas de même pour les Sigillaires à écorce lisse dont nous avons recueilli un grand nombre d'échantillons et fait une étude assez complète.

Les Sigillaires lisses se distinguent des Sigillaires cannelées par la diminution très sensible du bois centripète, B, fig. 3, pl. III. Celui-ci n'est plus représenté que par des bandes isolées, parallèles, à section transversale, en forme de croissant, placées à l'extrémité interne des coins qui constituent le cylindre ligneux secondaire, A, fig. 3.

1. On a cru y voir des tiges de Fougères, entre autres de *Pecopteris aspera* Brongniart, mais nous ferons remarquer que le *P. aspera* appartient au Culm ; il n'a jamais été rencontré dans les terrains houiller, supérieur et permien, tandis que les *Heterangium* sont relativement fréquents dans ces formations.

Le bois des cordons foliaires est diploxylé dans la tige ; nous avons pu le suivre depuis son origine jusqu'à la surface.

Figure 47.



Cordon foliaire d'une Sigillaire à écorce lisse (*Leioderma spinulosa*).

A / Bois secondaire de la tige.
B / Un faisceau de bois primaire de la tige.
F / Cordon foliaire à son origine.

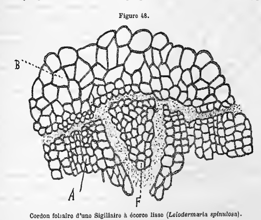
La fig. 47 montre en B une section transversale d'un faisceau de bois primaire centripète, et en A une portion du bois secondaire de la tige. Entre les deux bois, on voit en F un cordon foliaire prenant naissance au contact du bois primaire ; la pointe est tournée en dehors tandis que la base pénètre à l'intérieur du bois centripète. Un peu plus loin de son origine, fig. 48, on voit le bois primaire du cordon F, complètement dégagé du faisceau primaire B de la tige, et enveloppé en partie par le bois secondaire A. C'est en pénétrant dans ce dernier qu'il se recouvre en avant d'une petite quantité de bois secondaire et qu'il devient diploxylé. La fig. 4, pl. III, représente une coupe radiale d'une portion de cylindre ligneux de *Clathraria Menardi ;* elle montre l'origine des cordons foliaires dont la portion centripète vient se fondre dans les bandes de bois primaire. Sur la coupe tangentielle, fig. 7, pl. III, le cordon foliaire coupé transversalement est très nettement formé d'une partie à gros éléments, B, qui représente le bois primaire ; et d'une autre à éléments plus grêles disposés en lames rayonnantes, A, qui constitue la partie secondaire du faisceau, le bois secondaire de la tige C, formé ultérieurement, entoure complètement le cordon.

Après avoir traversé un peu obliquement de bas en haut, C, fig. 3 et fig. 4, le cylindre ligneux, les cordons foliaires s'élèvent verticalement dans la partie parenchymateuse de l'écorce, F, fig. 4, pl. III.

Une section transversale, fig. 49 ci-après, montre que dans cette région le cordon foliaire est encore diploxylé; le bois primaire est assez bien conservé, mais une portion du bois secondaire a été détruite par des Bactéries.

Dans la partie subéreuse de l'écorce, le cordon foliaire, mieux protégé, a conservé d'une façon plus nette sa double constitution; celle-ci se maintient jusque dans le coussinet qui porte la feuille. Sur la fig. 2, pl. III,

Figure 48.



Cordon foliaire d'une Sigillaire à écorce lisse (*Leiodermaria spinulosa*).

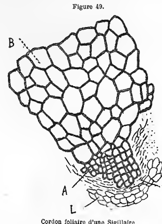
A / Bois secondaire.
B / Un faisceau de bois primaire de la tige.
F / Bois primaire d'un cordon foliaire complètement dégagé.

on distingue facilement : le bois centripète B, le bois centrifuge A, les deux arcs latéraux lunulés L, caractéristiques des Sigillaires. Nous avons démontré[1] que ces arcs, suivant eux-mêmes le développement considérable de l'écorce, devenaient sur les vieilles tiges (Syringodendrons) des organes sécréteurs importants : fig. 8, 9, 10, 11, pl. III.

1. N° 104, *Notice sur les Sigillaires.*

En pénétrant dans la feuille, le cordon foliaire change complètement; en effet, le bois primaire s'étale en forme de lame concave en dessus, B, fig. 6, 5, pl. III, entourée d'une assise continue de liber. Le bois secondaire disparait, et on remarque une assise, A, formée de cellules vasiformes entourant complètement la portion primaire du faisceau; entre le bois primaire, B, et l'assise de cellules vasiformes, se voit une gaine, E, formée de cellules scléreuses limitant un tissu parenchymateux, D, dont les éléments sont à très minces parois.

Figure 49.



Cordon foliaire d'une Sigillaire à écorce lisse (*Clathraria spinulosa*) pris dans sa course verticale à travers l'écorce.

A / Bois secondaire.
B / Bois primaire.
C / Assise génératrice mal conservée.
L / Liber.

Le cordon foliaire des Sigillaires lisses est donc diploxylé dans sa partie caulinaire et monoxylé dans sa partie aérienne. Nous avons vu, plus haut, que leurs rhizomes (*Stigmaria*) possédaient des faisceaux vasculaires diploxylés dans leur tige et dans toute la longueur des cordons foliaires. Nous constatons dans les feuilles de ces rhizomes un perfectionnement sur les tiges aériennes dont les feuilles ne contiennent que des faisceaux monoxylés cryptogamiques.

3e PHASE. — Le genre *Sigillariopsis* sert de passage entre la famille des Sigillaires lisses et celle des Cordaïtes *houillères*. En effet, dans ce genre, fig. 11 à 15, pl. II, le bois est diploxylé comme celui des Sigillaires, fig. 12, mais les feuilles plus ou moins étalées-plurinerviées sont parcourues (suivant leur longueur) par plusieurs cordons vasculaires diploxylés comme chez les Cordaïtes.

Les Poroxylées offrent également dans le cylindre ligneux de la tige,

fig. 1, pl. IV, A, B, un bois secondaire centrifuge et un bois primaire centripète. L'association des deux bois se continue dans le cordon foliaire à l'intérieur de la tige, dans les pétioles, fig. 7, et dans le limbe des feuilles. Si les Poroxylées, qui sont des Gymnospermes inférieures, ont porté des graines construites, ce qui est très vraisemblable, sur le type des graines trouvées dans les couches permo-carbonifères, c'est-à-dire possédant dans le nucelle une chambre pollinique, et des *archégones* dans le sac embryonnaire, ces plantes offriraient dans la tige, le faisceau de la feuille considéré dans sa portion caulinaire et dans sa portion aérienne, dans les fructifications, un curieux exemple d'association parallèle de caractères cryptogamiques et de caractères phanérogamiques.

4ᵉ PHASE. — Chez les *Medullosa*, les *Colpoxylon*, le bois centripète du cylindre ligneux de la tige a en quelque sorte disparu ; on ne remarque plus, comme pouvant s'y rattacher, que quelques faisceaux vasculaires grêles, dispersés dans la moelle ; les cylindres annulaires elliptiques ou étoilés, internes, des *Medullosa* résultent du fonctionnement régulier d'une zone génératrice, et doivent être considérés comme du bois secondaire phanérogamique au même titre que celui des cylindres ligneux surnuméraires que l'on observe à l'intérieur de la tige de beaucoup de Cycadées vivantes.

Le faisceau libéro-ligneux des feuilles est double dans la tige des *Colpoxylon*, simple au contraire chez les *Medullosa*.

Les *Cycadoxylon* et les *Ptychoxylon*, fig. 7 et 6, pl. IV, ont perdu complètement, dans l'intérieur de leur tige, le bois centripète ; car le bois qui forme les cylindres surnuméraires plongés dans le tissu fondamental, est produit par le fonctionnement régulier d'une zone génératrice intérieure, donnant naissance, comme celle de la périphérie de la tige, à des lames de vaisseaux ponctuées d'un côté et à du liber parfaitement caractérisé, de l'autre. C'est un bois semblable à celui qui compose le cylindre extérieur, mais dont l'épaississement s'est fait dans une direction opposée. Nous avons cependant observé au départ des faisceaux foliaires, *dans la tige*, fig. 6, pl. IV, quelques traces de bois centripète, B, associées à du bois secondaire, A. Le cordon foliaire diploxylé est formé de deux cordons juxtaposés, distincts et construits de la même façon. Le limbe de la feuille devait posséder des faisceaux diploxylés.

5ᵉ PHASE. — Par la disposition successive du bois cryptogamique dans

la tige et dans la portion caulinaire du cordon foliaire, nous arrivons au stade offert par les Cycadées vivantes. Les plantes qui forment cette dernière Classe ne présentent pas, en effet, de bois centripète dans l'intérieur de la tige; le faisceau foliaire en est également dépourvu dans sa course interne, mais en possède dans sa partie aérienne. Les fructifications femelles, quoique représentées par des graines, conservent encore le caractère cryptogamique propre à l'embranchement des Gymnospermes, c'est-à-dire des archégones.

Avec les Cordaïtes du terrain houiller supérieur nous approchons un peu plus des Conifères ; en effet, la tige, complètement dépourvue de bois centripète, fig. 1, pl. V, offre un cylindre ligneux, compact, dense ; les séries rayonnantes de vaisseaux ponctués ne sont pas séparées par des rayons cellulaires aussi épais que ceux des Cycadées et se rapprochent davantage de celles des Conifères.

En outre, les chatons mâles, fig. 7 et 8, par la disposition de leurs filets et de leurs étamines, s'écartent moins que les Cycadées des fleurs mâles de certaines Conifères actuelles.

Les ovules des Cordaïtes, fig. 4 et 5, possèdent un nucelle creusé à sa partie supérieure d'une chambre pollinique, *c p;* l'ovule figuré a été minéralisé au moment de la pollinisation : deux grains ont déjà pénétré dans l'intérieur, *p;* deux autres, *p* et *p'*, fig. 5, traversent le canal micropylaire en refoulant le tissu qui forme les parois.

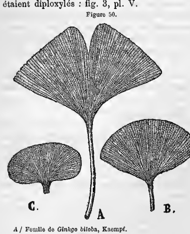
On retrouve dans les ovules de Cordaïte un détail d'organisation inconnu dans les graines vivantes, mais observé dans tous les genres de cette famille que nous avons étudiés, le genre *Cycadinocarpus* excepté ; c'est la présence à la base du nucelle de faisceaux vasculaires qui se distribuent de la manière suivante : le faisceau chalazien se divise en quatre branches, deux s'élèvent à l'*intérieur* du nucelle contre la paroi, deux quittent la base du nucelle et se portent dans les téguments entre l'endotesta et le sarcotesta suivant le plan principal de la graine.

Sur la fig. 4, qui représente un ovule très jeune, on voit à la base du nucelle les deux faisceaux qui s'écartent latéralement. Celui de droite est brisé, il se continue contre la paroi interne, V T, du sarcotesta. L'endotesta n'est pas encore formé ou n'a pas été conservé ; les deux autres branches qui restent dans le nucelle montent contre la paroi externe de ce dernier. Au sommet, la chambre pollinique est visible ; il n'y a aucune trace de

sac embryonnaire, à plus forte raison d'archégones. Les grains de pollen, *p*, déjà parvenus dans la chambre pollinique, étaient donc obligés d'attendre, comme nous l'avons fait remarquer, un temps assez long avant de pouvoir féconder les oosphères des archégones.

Les feuilles des Cordaïtes étaient parcourues par de nombreuses nervures, toutes égales, sensiblement parallèles; les faisceaux vasculaires étaient diploxylés : fig. 3, pl. V.

Figure 50.



A / Feuille de *Ginkgo biloba*, Kaempf.
B / *Ginkgo antarctica*, Saporta.
C / *Ginkgo martenetensis*, B. Renault. Cette espèce est la plus ancienne qui soit connue.

6e PHASE. — Les genres *Walchia*, *Dicranophyllum*[1], ont les caractères extérieurs des Conifères assez accusés et assez précis pour que l'on ait pu, sans contestation, les ranger dans cette Classe.

Un autre genre bien connu et qui vit encore maintenant, le genre Ginkgo, seul représentant de la famille des Salisburiées, descend jusque dans le terrain permien; il y est représenté par des feuilles, des fructifications mâles et des graines. Les feuilles sont étalées, supportées par un pédicelle grêle et allongé, flabelliformes, souvent échancrées au bord supérieur : A, fig. 50.

1. Dans la *Flore du terrain houiller de Commentry*, p. 629, pl. LXXI, fig. 5, nous avons décrit un rameau de *Dicranophyllum* portant des feuilles peu modifiées, sur lesquelles se trouvaient encore attachées des graines dont la forme était parfaitement reconnaissable.

Dans la *Flore du bassin houiller d'Autun et d'Épinac*, p. 355, pl. LXXIX, nous avons également étudié des rameaux de *Walchia*, munis de cônes renfermant des graines très distinctes.

Le Ginkgo a été rencontré dans les terrains tertiaires, dans la Craie, dans les terrains jurassiques. Nous avons figuré, en B, une feuille de *Ginkgo antarctica* Saporta, provenant d'un calcaire argileux, gris bleuâtre, de l'Oolithe inférieure d'Australie. Ce genre a été retrouvé dans des couches plus anciennes encore. Nous avons représenté, en C, une feuille recueillie dans le terrain permien de Martenet, près Toulon-sur-Arroux (Saône-et-Loire), dont le contour est ovale, et rappelle le *Ginkgo integerrima* des couches jurassiques de Ssuka (Russie méridionale) décrit par Schmalausen.

Outre le genre Ginkgo, la famille des Salisburiées renferme les genres *Baiera* F. Br.; *Tricopitys* Saporta; *Czekanowskia* Heer; *Phenicopsis* Heer; *Rhipidopsis* Schmalausen; *Ginkgophyllum* Saporta; *Dicranophyllum* Grand'-Eury; *Whittleseya?* Neuberry.

Figure 51.

Baiera Raymondi.
La plus ancienne espèce connue de *Baiera*.

Nous avons rencontré dans les couches permiennes de Charmoy, près le Creusot, une feuille parfaitement conservée de *Baiera*, fig. 51, longue de 83 millimètres, large de 40.

Elle est longuement atténuée à la base en une sorte de pétiole large de 4 millimètres. Le limbe se dichotomise très régulièrement; souvent l'une des branches de la dichotomie se développe beaucoup moins que l'autre, alternativement.

Le *Baiera Raymondi* est l'espèce la plus ancienne du genre, car le *Baiera digitata* Brongt. sp. se trouve dans une couche du Permien de Mansfeld plus récente que celle de Charmoy.

Les quelques exemples qui précèdent montrent, sans qu'il y ait de doute possible, que les Conifères[1] étaient représentées largement à l'époque permienne et même dans le terrain houiller supérieur, puisque les *Walchia* et les *Dicranophyllum* sont assez communs dans les couches de Saint-Étienne.

Les conclusions que nous pouvons tirer des pages qui précèdent, sont que : 1° Dans la série des genres que nous avons mentionnés, les carac-

1. Le mot Conifère est pris dans un sens général.

tères phanérogamiques ne se substituent pas simplement aux caractères cryptogamiques, mais viennent s'y associer et, prenant peu à peu une importance prépondérante, finissent par annihiler les premiers et demeurer seuls.

2° Que les changements s'effectuent successivement dans les divers membres de la plante, suivant un ordre déterminé. Dans la série que nous avons choisie et qui renferme des végétaux chez lesquels les rameaux et les feuilles sont disposés en hélice autour de la tige, les modifications apparaissent d'abord dans la tige souterraine et ses appendices, puis dans la tige aérienne, un peu plus tard dans la portion caulinaire du cordon foliaire, enfin dans sa partie aérienne.

Le type gymnospermique auquel nous nous sommes arrêté, pour perdre les caractères cryptogamiques, aurait donc encore à se dépouiller des archégones de ses ovules et de son pollen divisé.

Tiges articulées.

Les genres présentant une tige *articulée* sont moins nombreux que ceux qui contiennent les végétaux dont la tige est dépourvue d'articles ; il n'est pas possible pour le moment d'établir une série aussi complète, et par suite de constater d'aussi nombreuses variations dans l'association du bois centripète et du bois centrifuge ; beaucoup de termes manquent pour la comparaison, peut-être seront-ils découverts plus tard.

Le genre *Equisetum* et le genre Calamite sont monoxylés avec bois cryptogamique. Tous deux sont vraisemblablement isosporés ; ils diffèrent l'un de l'autre, par la présence de gaines ou de feuilles dans les *Equisetum,* et par l'absence de ces organes chez les Calamites.

Les *Annularia* et les Astérophyllites sont également monoxylés avec bois cryptogamique, mais ils sont hétérosporés.

Les genres *Huttonia* Sternberg ; *Cingularia* Weiss ; *Phyllotheca* Zigno ; *Schizoneura* Schimper ; *Macrostachya* Schimper, etc., qui tous possèdent des tiges articulées, n'ont pas encore été rencontrés avec une structure conservée, par conséquent ne peuvent fournir des termes de comparaison.

Le genre *Sphenophyllum* dont nous avons fait connaître l'organisation dès l'année 1870, montre dans ses racines, fig. 4, pl. II, un bois primaire,

B, et un bois secondaire, A, sorte de tissu vasiforme. La tige et les rameaux, fig. 1, sont constitués : 1° par un cylindre ligneux, A, central, triangulaire, formé de trois faisceaux bi-centres soudés par leur face ventrale, les trois extrémités périphériques possèdent, chacune, deux centres trachéens. Autour de ce cylindre ligneux centripète, on remarque une production ligneuse secondaire, B, qui serait le premier indice d'un bois phanérogamique, mais à accroissement tangentiel. Chacune des bandes concentriques qui composent ce bois, possède en effet deux centres de formation, *c, c*, dont la position correspond aux trois centres trachéens du bois primaire; les deux lames issues de deux centres voisins et formées d'abord de petits éléments, se rejoignent dans la région intermédiaire, B; là, les éléments ont pris peu à peu un diamètre considérable, quelquefois les deux lames ne sont pas encore en contact, d'autres fois elles se sont rencontrées et ne forment plus qu'une seule bande atténuée aux deux extrémités.

Les cordons foliaires sont monoxylés, fig. 2, B, avec bois cryptogamique. Les fructifications sont hétérosporées. Nous donnons, fig 5, 6, 7, diverses coupes longitudinales d'un petit fragment d'épi trouvé à Grand'-Croix, près Saint-Étienne.

La fig. 8 est une *macrospore*, rappelant par sa forme les macrospores des *Selaginella inæqualifolia*, mesurant 90 à 120 μ, et appartenant à un *Sphenophyllum*, d'après MM. Williamson et Zeiller.

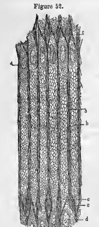
La fig. 9 représente un fragment de paroi de sporange de *Sphenophyllum* contenant des *microspores*, dont le diamètre varie de 27 à 30 μ; elles sont pluricellulaires. La figure 10 montre des microspores de *Sphenophyllum oblongifolium*. Les *Sphenophyllum* possédaient par conséquent des macrospores et des microspores, car il est impossible de regarder commo des organes ayant mêmes fonctions, ceux représentés fig. 8 et ceux représentés fig. 9 et 10, avec le même grossissement[1]. Entre les *Sphenophyllum* et les genres *Bornia*, *Arthropitus* et *Calamodendron*, il existe un intervalle considérable qui reste à remplir. En effet, nous avons indiqué à plusieurs

1. Depuis l'impression de ces lignes nous avons rencontré dans les silex de Grand'-Croix des macrosporanges avec macrospores munies d'un réseau superficiel très saillant, comme celles figurées par Williamson. Les *Sphenophyllum* sont donc bien *hétérosporés*.

reprises[1] que les tiges, les rameaux des Calamodendrées étaient monoxylés avec bois phanérogamique.

La figure 52 montre une coupe tangentielle faite à l'extrémité des coins ligneux; tournée vers la moelle elle intéresse deux articulations.

Figure 52.



Coupe tangentielle d'*Arthropitus bistriata*.

Les cordons foliaires ne sont pas insérés dans cette espèce sur tous les coins ligneux; on peut remarquer, dans la figure ci-contre, que les cordons *c, c* qui sont coupés transversalement sont placés de deux en deux sur les coins ligneux *a;* les coins intermédiaires en sont dépourvus.

On peut voir de plus que d'une articulation à l'autre ce sont les mêmes coins ligneux qui sont le point de départ de ces cordons foliaires.

On sait que dans la famille des Calamodendrées les coins ligneux se bifurquent à chaque articulation, mais on reconnait dans la figure que les deux branches de la bifurcation sont inégales; que l'une d'elles, *e*, semble être simplement un cordon reliant un des coins de l'entre-nœud avec son voisin dans l'entre-nœud suivant. Nous avons également signalé dans les *Bornia* ce fait, qui explique pourquoi, sur les empreintes, les coins ligneux paraissent en continuation directe les uns des autres, en passant d'un entre-nœud à l'autre; il n'y a pas là, comme chez les Équisétinées, une véritable bifurcation des faisceaux ligneux à chaque articulation.

Dans l'épaisseur des rayons cellulaires qui séparent les coins de bois, on voit, en *d*, des organes expectants qui, dans certaines conditions, deviennent le point de départ de racines adventives; celles-ci sont verticillées en nombre égal à celui des coins ligneux : nous ne les avons rencontrées qu'à la base des tiges.

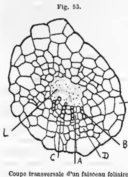
Une section transversale de l'un des cordons foliaires *c, c* montre qu'il est monoxylé dans l'intérieur de la tige avec bois secondaire centrifuge.

1. *Bassin houiller d'Autun et d'Épinac*, Flore fossile, Famille des Calamodendrées. — Atlas, pl. XLIII à LXIII, pages 80 et suivantes.

Nous donnons, fig. 53, la section de l'un de ces cordons foliaires faite sur son trajet dans l'épaisseur du bois ; il est formé de quatre lames ligneuses, rayonnantes B, séparées par des rayons cellulaires A. Le liber D ne contient que des cellules parenchymateuses.

En L se trouve une lacune provenant de la destruction d'un tissu cellulaire très lâche.

Fig. 53.



Coupe transversale d'un faisceau foliaire d'*Arthropitus bistriata*, sur son trajet à travers l'épaisseur du bois de la tige.

A / Rayon cellulaire ligneux.
B / Vaisseaux rayés du bois secondaire.
C / Assise génératrice.
D / Cellules du liber.
E / Gaine du faisceau.
L / Lacune.

Le faisceau est séparé du tissu ligneux de la tige qui l'environne par une gaine de cellules plus volumineuses et à parois plus épaissies, E.

Le cordon foliaire, dans sa partie aérienne, est mal connu ; si les fructifications qu'on donne aux *Arthropitus* étaient à l'abri de toute discussion, les fructifications des Calamodendrées offriraient des bractées parcourues par des cordons monoxylés avec bois cryptogamique, mais nous devons faire quelques réserves à ce sujet.

Entre les Calamodendrées et les Gnétacées on ne connaît pas encore de plantes qui puissent servir de transition; le bois des *Arthropitus* diffère notablement de celui des *Gnetum*, car on n'y rencontre ni fibres ligneuses, ni vrais vaisseaux. En outre, nous n'avons jamais observé dans les tiges d'*Arthropitus* ou de *Calamodendron* la présence de plusieurs anneaux concentriques, comme cela se présente assez souvent dans les tiges de *Gnetum*. Cependant l'existence, dès l'époque houillère, de plantes se rapprochant des Gnétacées par la constitution de leurs organes femelles, est mise hors de doute par la découverte que nous avons faite dans les magmas silicifiés de Rive-de-Gier d'ovules contenus dans un véritable ovaire. Nous avons décrit avec détails [1] le genre *Gnetopsis*, dont nous rappellerons les caractères en quelques mots.

1. *Cours de botanique fossile*, 4e année, p. 179, pl. XX, XXI, XXII, 1885.

N° 168. — Gnetopsis elliptica.

La fig. 54 représente la fleur de profil et de face, A et B, telle qu'on pouvait la soupçonner, d'après certaines parties dégagées de la silice ; elle est figurée sous un grossissement de 3 1/2. C'est un ovaire incomplet, cylindro-conique, se recourbant en bas, vers la pointe, pour s'attacher à un pédoncule.

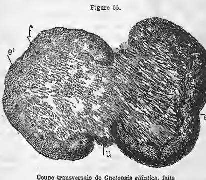
Figure 54.

A B

Gnetopsis elliptica.

Cet ovaire est formé par la réunion de deux feuilles carpellaires soudées sur un tiers environ de la hauteur ; leurs bords supérieurs sont dentelés ; les dentelures, légèrement rejetées en dehors, sont au nombre de 6 à 8 pour chaque bractée ; un sillon longitudinal correspond à la ligne de soudure des carpelles. Les dimensions de l'ovaire sont de 6^{mm}4 environ pour la hauteur, et 3^{mm}4 pour la largeur. En coupe transversale, les bractées se montrent formées, fig. 55 et fig. 57, d'un parenchyme épais, limité par un épiderme, et traversé par 6 ou 8 faisceaux vasculaires ; vers le haut de l'ovaire, les parois diminuent d'épaisseur, commencent à se creuser entre les faisceaux vasculaires pour se séparer ensuite en un certain nombre de dents.

Figure 55.

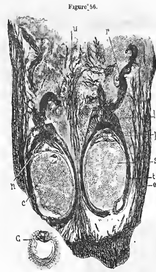


Coupe transversale de *Gnetopsis elliptica*, faite au-dessus des ovules.

e / Une des bractées.
e' / Côte correspondant à un faisceau vasculaire.
f / Faisceau vasculaire.
u / Poils remplissant la cavité ovarienne.

L'intérieur de la cavité ovarienne est

Figure 56.



Coupe longitudinale d'une fleur femelle de *Gnetopsis elliptica*.

e / Parois de l'ovaire coupées en long.
t / Tégument séminal.
s / Endosperme contenu dans le sac embryonnaire.
c / Corpuscule ou archégone.
n / Région supérieure du nucelle où se trouve creusée la chambre pollinique.
p / Chambre pollinique dans laquelle proémine une sorte de mamelon.
l / Tissu lacuneux occupant la région micropylaire de la graine.
r / Prolongement du tégument ovulaire en forme d'entonnoir, facilitant l'entrée des grains de pollen dans la chambre pollinique et devenant plus tard un organe de dissémination.
u / Poils remplissant les intervalles existant entre les ovules.
C / Un archégone grossi.

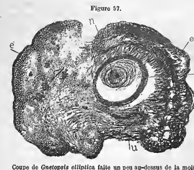
remplie de poils, *u*, qui occupent l'intervalle existant entre les parois et les ovules. Sur une coupe longitudinale, on rencontre un nombre variable d'ovules, deux à quatre, insérés sur la face interne des carpelles à des hauteurs différentes, deux au fond de la cavité ovarienne, fig. 56, les deux autres un peu plus haut sur les parois. Souvent deux de ces ovules avortent, ce sont ceux placés à une certaine distance du fond.

Comme l'ovaire restait ouvert, la protection des ovules était complétée par des poils pluricellulaires partant, du fond de la cavité, entre les ovules, et des parois internes des bractées.

Sur une coupe transversale, le nombre des ovules rencontrés doit varier. A la partie inférieure on constate généralement la présence de deux ovules, chacun d'eux correspondant à une bractée ; un peu plus haut, si les deux ovules supérieurs n'ont pas avorté, la préparation peut contenir les sections de quatre ovules, coupés à des hauteurs très différentes ; un peu plus haut encore, si un seul de ces derniers a persisté, fig. 57, on ne trouve qu'un ovule, *t* ; enfin, s'ils ont avorté tous les deux, on

n'observe plus qu'une cavité remplie de poils, *u*, fig. 55. Les ovules sont organisés de la façon suivante : au centre de chaque ovule, l'endosperme souvent bien conservé, S, fig. 56, et *en*, fig. 58, contient, à la partie supérieure, deux corpuscules, *c*, nettement limités mais vides. On distingue leur enveloppe et le col, C. Il est difficile de faire passer la coupe de manière à ce qu'elle renferme à la fois les deux corpuscules, à cause de la petitesse des ovules ; ceux-ci mesurent en effet seulement 2mm5 en hauteur et 1mm2 en largeur ; l'endosperme est enfermé dans le sac embryonnaire, lequel est en contact par sa face extérieure avec les restes écrasés du nucelle. Cependant à la partie supérieure, *n*, fig. 56, il y a presque toujours eu un décollement, et un espace vide existe entre le nucelle et le sac embryonnaire. La membrane du sac, vers le haut, parait tendue horizontalement, et présente un petit mamelon conique médian. Le nucelle est réduit à une mince membrane formée d'éléments aplatis, jusque dans la région qui correspond au sommet du sac embryonnaire. Là cette membrane se dédouble ; une partie s'étend horizontalement, et présente une sorte de coiffe recouvrant le petit mamelon central de l'endosperme, l'autre partie prend une forme conique dont la pointe s'engage dans le canal micropylaire du tégument.

Figure 57.



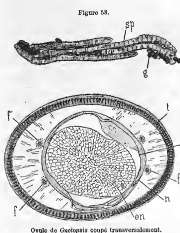
Coupe de *Gnetopsis elliptica* faite un peu au-dessus de la moitié de la hauteur de la fleur.

e, e' / Les deux bractées florales.
t / Un ovule.
n / Nucelle.
u / Poils remplissant la cavité ovarienne.

Entre ces deux portions de membrane, on voit les restes des parois de la chambre pollinique ; celle-ci renferme des grains de pollen globuleux, pluricellulaires, mesurant 70 μ de diamètre.

A l'intérieur du tissu écrasé du nucelle et de part et d'autre du plan principal de l'ovule, s'élèvent de la chalaze quatre faisceaux vasculaires, *ff'*, figure 58, groupés par paires. On les suit jusqu'à la hauteur de la chambre pollinique.

Figure 58.



Ovule de *Gnetopsis* coupé transversalement.

t / Tégument.
en / Endosperme conservé.
s / Membrane du sac embryonnaire détachée de l'endosperme.
n / Limite interne du nucelle.
f,f' / Faisceaux vasculaires s'élevant par paires suivant le plan principal de l'ovule dans l'épaisseur du nucelle.
sp / Sac pollinique écrasé.
g / Grains de pollen.

Le tégument unique de l'ovule est composé de cellules à parois épaissies, allongées dans le sens de l'axe.

Vers le haut de la graine, le tégument, qui était simple jusque-là, se divise en deux parties. La plus interne s'atténue en pointe et forme le canal micropylaire du tégument; la plus externe recouvre la première comme d'une sorte de capuchon percé vers le milieu, et se prolonge en deux bandes flexueuses, *r*, fig. 56.

Entre ces deux parties du tégument se trouve un tissu lacuneux formé de grandes cellules disposées en lames parallèles, *l*; ce tissu lacuneux rempli d'air permettait aux graines de flotter à la surface de l'eau; d'autre part, les deux bandes qui surmontent le tégument, d'abord rapprochées par leurs bords en forme d'entonnoir, permettaient aux grains de pollen de pénétrer dans la chambre pollinique sans être arrêtés par les poils qui entouraient les ovules. Plus tard elles s'écartaient l'une de l'autre et formaient deux aigrettes.

A leur sortie de l'ovaire, les graines trouvaient dans ces deux bandes garnies de poils *extérieurement* un moyen de transport aérien. Les *Gnetopsis* pouvaient donc se propager facilement ayant tout à la fois l'air et l'eau comme moyen de dissémination.

Les *Gnetopsis*, de même que les Gnétacées actuelles, établissent un passage entre les Gymnospermes et les Angiospermes ; comme les Gymnospermes, ils possèdent : 1° un sac embryonnaire qui contient un prothalle mâle produisant des archégones ; 2° des grains de pollen pluricellulaires, qui pour germer pénètrent à l'intérieur de l'ovule. D'autre part, ils se rapprochent des Angiospermes, par leur ovaire composé de deux carpelles, uniloculaire et pluriovulé ; les deux feuilles carpellaires ne formant pas une cavité complètement close, la protection des ovules est achevée par les poils nombreux qui remplissent le reste de la cavité.

Le bois des plantes qui ont porté les *Gnetopsis* étant encore inconnu, on ne peut dire si sa structure les rapprocherait des Gymnospermes ou des Angiospermes.

Nous pouvons cependant admettre l'existence, aux temps primaires, de plantes avoisinant les Gnétacées, et reliant les Gymnospermes aux Angiospermes. Nous résumons les remarques qui précèdent dans les deux tableaux suivants ; on y trouvera la plupart des genres que nous avons cités. A l'exception des Lépidodendrons qui se rencontrent dans le Culm, tous ces genres ont été recueillis à la partie supérieure du terrain permien d'Autun.

Dans les tableaux I et II, nous avons indiqué, par des flèches de forme différente, le bois centripète ou cryptogamique ; et le bois secondaire ou phanérogamique. Ces flèches, associées ou non, s'arrêtent à des hauteurs variables, suivant qu'on considère la présence de ces bois : 1° dans le bois de la tige ; 2° le cordon foliaire caulinaire ; 3° le cordon foliaire aérien.

ESSAI DE CLASSIFICATION ARTIFICIELLE

I. — TIGES INARTICULÉES

		LEPIDODENDRON, LYCOPODIUM. 1		LEPIDODENDRON SELAGINOIDES. 2		HETERANGIUM, SIGILLAIRES LISSES. 3		SIGILLARIOPSIS, POROXYLON. 4		COLPOXYLON, PTYCHOXYLON. 5		6	CYCADOXYLON, MEDULLOSA, CYCADÉES, CORDAITES. 7		WALCHIA, CEDROXYLON, SALISBURIÉES. 8	
		Bois cryptogamique.	Bois phanérogamique.	Bois cryptogamique.	Bois phanérogamique.	Bois cryptogamique.	Bois phanérogamique.	Bois cryptogamique.	Bois phanérogamique.	Bois cryptogamique.	Bois Phanérogamique.		Bois cryptogamique.	Bois phanérogamique.	Bois cryptogamique.	Bois phanérogamique.
Plantes se reproduisant au moyen d'archégones se développant sur un prothalle tantôt libre, tantôt renfermé dans une macrospore ou un ovule.	Cordon foliaire aérien.															
	—															
	Cordon foliaire caulinaire.															
	—															
	Bois de la tige.															

II. — TIGES ARTICULÉES

		CALAMITE, ANNULARIA, ASTÉROPHYLLITE. 1		SPHENOPHYLLUM. 2		3	4	MACROSTACHYA. 5	BORNIA, ARTHROPITUS, CALAMODENDRON. 6		7	GNETOPSIS, GNETUM, EPHEDRA. 8	
		Bois cryptogamique.	Bois phanérogamique.	Bois cryptogamique.	Bois phanérogamique.				Bois cryptogamique.	Bois phanérogamique.		Bois cryptogamique.	Bois phanérogamique.
Plantes se reproduisant au moyen d'archégones se développant sur un prothalle tantôt libre, tantôt renfermé dans une macrospore ou un ovule.	Cordon foliaire aérien.								?	?			
	—												
	Cordon foliaire caulinaire.												
	—												
	Bois de la tige.												

CONCLUSIONS

Le nombre de phases est sans doute plus considérable que celui que nous avons indiqué dans ces tableaux, mais nous avons tenu à n'y faire figurer que les genres dont nous nous étions plus particulièrement occupé.

Nous n'y avons pas fait entrer les rhizomes, car cette forme de tige n'est pas encore connue pour la plupart des végétaux fossiles.

Tout incomplets qu'ils sont ils peuvent fournir les remarques suivantes :

Les rhizomes des Sigillaires lisses qui renferment les deux bois associés dans le cylindre ligneux et dans le faisceau des feuilles submergées, occuperaient dans le tableau I la colonne 4, la tige aérienne moins avancée, étant placée dans la colonne 3.

Ce résultat paraît singulier au premier abord, mais il devient moins extraordinaire si on admet qu'un certain nombre de plantes anciennes, avant de pouvoir devenir aériennes, ont vécu sous terre ou dans l'eau sous forme de rhizomes[1]. Dans le Dévonien on rencontre des *Stigmaria : St. annularis, St. ficoides, St. pusilla*, etc...., et pas une seule Sigillaire ; à cet état les tiges ont pu prendre tous les perfectionnements dont elles étaient susceptibles.

Nos premières conclusions seront donc que :

1° Les *Stigmaria* anciens sont en avance sur les *Stigmaria* plus récents des terrains houillers et permiens appartenant aux Sigillaires lisses, puisqu'ils se sont dépouillés de leur bois centripète à l'intérieur de la tige, vers l'époque de la formation des terrains houillers moyens.

1. Nous avons démontré, voir n° 151, que certains *Stigmaria* étaient des rhizomes indépendants.

2° Que les *Stigmaria* des terrains houillers et permiens qui montrent du bois secondaire dans la tige et dans les appendices, sont plus perfectionnés que les Sigillaires lisses qui n'ont que du bois cryptogamique sans bois secondaire dans la portion aérienne de leur cordon foliaire.

3° L'apparition du bois secondaire dans le cylindre ligneux d'une tige, et dans la portion caulinaire du cordon foliaire, ne se fait pas en même temps ; car dans le *Lepidodendron selaginoides* le cylindre ligneux, quand il est âgé, est composé de faisceaux centripètes et d'une couche plus ou moins épaisse de bois rayonnant secondaire; la portion caulinaire du cordon est formée seulement de bois primaire. Dans les *Heterangium* les vieilles tiges sont également munies d'un bois secondaire assez épais, mais la portion caulinaire du cordon ne montre que des traces de bois centrifuge.

C'est à la 4e colonne qui renferme les Poroxylées, les *Sigillariopsis*, qu'il faut arriver pour trouver du bois secondaire dans le cylindre ligneux, dans la portion caulinaire et dans la portion aérienne du cordon foliaire.

Nous pouvons donc admettre que :

4° L'apparition du bois secondaire se fait successivement dans la tige, la partie caulinaire, puis dans la partie aérienne du cordon foliaire.

La disparition du bois cryptogamique suit la même marche que celle de l'apparition du bois secondaire.

En effet, en passant des Sigillaires cannelées (*Anabathra, Diploxlon?*) aux Sigillaires lisses, aux Poroxylons, on voit le bois centripète perdre peu à peu de son importance.

Les *Ptychoxylon* n'en ont plus que dans leur cordon foliaire, le bois de la tige en est dépourvu.

Les genres qui occupent la 7e colonne possèdent un faisceau diploxylé seulement dans leurs feuilles. Enfin ceux de la 8e ont perdu toute trace de bois cryptogamique dans leur tige et leurs feuilles; par conséquent :

5° Le bois centripète ou cryptogamique disparait d'abord dans les rhizomes, puis dans les tiges, la partie caulinaire du cordon foliaire, enfin dans la partie aérienne de ce cordon.

6° La portion de bois centripète du cordon foliaire aérien, que l'on observe chez les Cycadées vivantes, peut être considéré comme un caractère d'atavisme reliant ces plantes aux Cryptogames vasculaires.

Le tableau II montre par les vides nombreux qui s'y trouvent que

l'étude des tiges fossiles articulées n'est pas encore assez avancée pour permettre de suivre l'association des deux bois, comme nous venons de le faire pour les tiges non articulées. Nous ne pouvons actuellement combler les lacunes qui existent entre les Calamariées et les Gnétacées, plantes qui ont apparu, ainsi que nous l'avons démontré plus haut, dès l'époque houillère.

N° 168. — Remarques diverses.

1° Si l'on jette un coup d'œil sur le tableau 1 : en allant des Lépidodendrons aux Conifères, il semble que l'on rencontre des plantes de plus en plus élevées en organisation. Le perfectionnement apparent a consisté dans l'atténuation du bois cryptogamique et son remplacement par du bois phanérogamique. Mais il faut tenir compte qu'en même temps d'autres changements s'opèrent. A une spore unique produisant un seul prothalle, succèdent deux spores différentes donnant naissance à deux prothalles, l'un mâle, l'autre femelle ; puis la macrospore contenant le prothalle femelle qui porte les archégones, fait place à l'ovule plus complexe, il est vrai, mais qui renferme encore un prothalle où se développent des archégones ; la prépollinie à tubes polliniques multiples, disparaît devant des grains de pollen de moins en moins divisés.

Dès lors, si les Lépidodendrons sont des Cryptogames, et les Conifères des Phanérogames, on peut se demander où sera la limite des deux embranchements. Quelle sera la somme de caractères phanérogamiques qu'une plante devra réunir, et quel nombre de caractères cryptogamiques elle devra perdre pour devenir une Phanérogame. Il est évident que lorsqu'on tiendra compte de tous les genres fossiles intermédiaires, la distance à franchir entre chaque genre, pour passer d'un embranchement à l'autre, sera moins grande que celle qui existe actuellement entre une Gymnosperme et une Angiosperme.

Les discussions soulevées à propos de savoir si les Sigillaires, les Calamodendrons, les *Arthropitus*, sont des Phanérogames ou des Cryptogames, nous paraissent perdre beaucoup de leur valeur ; il n'est guère possible, en effet, à moins d'établir une démarcation arbitraire entre les

deux embranchements, de classer ces différents genres dans l'une ou dans l'autre de ces divisions. Chacun d'eux possède une somme de caractères cryptogamiques qui ne permet pas de les ranger parmi les Phanérogames proprement dites, mais aussi un certain nombre de caractères phanérogamiques qui empêche de les mettre au nombre des Cryptogames, telles que nous les définissons au moyen des plantes actuelles. Leur place ne sera définitivement fixée que lorsque l'étude de tous leurs organes aura montré les liens plus ou moins nombreux qui les unissent à l'un et à l'autre embranchement.

2° La distance qui sépare une Lycopodiacée d'une Gymnosperme est en partie occupée par une série de genres assez voisins, qui, eux-mêmes, seront reliés plus étroitement par les découvertes futures. La plupart de ces genres n'appartiennent pas à une période de longue durée, mais seulement à l'un des trois étages (étage de Millery) qui composent le terrain permien d'Autun.

Il a suffi de quelques épanchements d'eaux siliceuses dans un point d'un bassin peu étendu pour nous conserver une longue suite de genres montrant une partie de la chaîne qui pouvait réunir une Classe de Cryptogames à une Classe de Phanérogames. Au même moment, sur une surface de quelques kilomètres carrés, il existait dono une variété extraordinaire de végétaux commençant aux *Heterangium* par exemple, finissant aux *Walchia* et servant, par certains côtés, de traits d'union entre une Lycopodiacée et une Conifère.

3° On constate en outre une coïncidence frappante entre l'ordre d'apparition de certains végétaux présentant le développement du caractère anatomique que nous avons choisi et la succession des principales assises des terrains primaires : les *Lepidodendron rhodumnense* et *L. esnostense*, datent du *Culm ;* le *Lepidodendron selagenoides*, du terrain houiller moyen; les *Heterangium* et les Sigillaires lisses, des terrains houillers moyen et supérieur ; les *Poroxylon* et *Sigillariopsis*, des terrains houillers supérieur et permien. Pendant la formation de ce dernier terrain, les Cycadées, les Conifères, les Salisburiées vivaient nombreuses et variées en compagnie des *Heterangium*, des Poroxylons et des Sigillaires lisses.

Le bois cryptogamique centripète tend à disparaître et disparait en allant des Lépidodendrons aux Conifères.

Il ne faudrait pas conclure, toutefois, que les premières plantes vascu-

laires qui se sont montrées sur le globe ont été des Cryptogames, et que les plantes à bois secondaire centrifuge ne sont venues quo plus tard; car, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, dès l'époque silurienne? la présence des *Psilophyton* et des Cordaïtes annoncent les deux embranchements; mais on ne les connaît jusqu'ici qu'à l'état d'empreintes. Dans le terrain dévonien, au contraire, quatre types primordiaux, avec *structure conservée*, représentent le règne végétal; ce sont :

1° Le type Fougère, *Clepsydropsis*, *Hierogramma*, *Sphenopteris devonica*, etc., Unger.

2° Le type Calamariée, *Asterophyllites coronatus*, Unger.

3° Le type Lycopodiacée, *Lepidodendron nothum*, *Lep. Richteri*.

4° Le type Gymnosperme, *Cordaixylon (aporoxylon) primigenium*, *Cladoxylon*, *etc.*, Unger.

Les trois premiers types font partie de l'embranchement des Cryptogames vasculaires; le dernier appartient aux Phanérogames.

Nous avons vu de plus que, dès cette époque, l'association du bois cryptogamique centripète, et du bois secondaire centrifuge, s'était déjà effectuée dans le *Stigmaria vascularis*.

A l'époque dévonienne, il existait donc déjà quatre types de végétaux distincts et un sous-type intermédiaire, celui des Stigmariées. Les genres pouvant relier ces différents types n'ont apparu que plus tard. Nous avons indiqué, dans les pages qui précèdent, ceux qui depuis le Culm jusqu'au terrain permien pouvaient servir de lien entre deux de ces types primordiaux, celui des Lycopodiacées et celui des Gymnospermes.

TABLE DES MATIÈRES

1. La date 1881 indiquée au n° 131 est celle de l'année où le volume a paru.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

PRINCIPAUX GENRES & ESPÈCES CITÉS, ETC.

TABLE DES PLANCHES

PLANCHE I.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. — Section longitudinale d'un rameau de ***Lepidodendron rhodumnense***, B. Renault. Gr. $\frac{10}{1}$

A, cylindre ligneux occupant l'axe du rameau et composé de trachéides rayées. *B*, couche de liber entourant le cylindre ligneux. *C*, feuilles disposées en hélice autour du rameau. *E*, cordons foliaires se dirigeant dans les feuilles. *S*, assise subéreuse prenant dans les vieilles tiges un accroissement considérable. *H*, partie lacuneuse située entre le liber et l'écorce remplie de silice amorphe.

Fig. 2. — Coupe transversale de l'axe ligneux du même échantillon. Gr. $\frac{120}{1}$

A, cylindre ligneux plein : la différenciation est en direction centripète. *TR*, centres de différenciation au nombre de 11, d'où partent les cordons foliaires. *B*, liber formé uniquement d'éléments mous.

Fig. 3. — Section transversale d'un rameau de ***Lepidodendron rhodumnense***. Gr. $\frac{10}{1}$

Vue d'ensemble passant par une feuille et par quelques coussinets foliaires. *A*, cylindre ligneux sans moelle incluse. *B*, couche libérienne. *C*, une feuille coupée vers sa partie inférieure. *F*, faisceau se dirigeant vers une feuille. *H*, espace occupé par de la silice amorphe. *S*, assise subéreuse.

Fig. 4. — Section transversale d'une feuille de ***Lepidodendron esnostense***.

A, faisceau vasculaire à deux centres de différenciation. *B*, assise libérienne. *C*, gaine formée de cellules vasiformes. *E*, parenchyme lacuneux de la feuille limité par une assise hypodermique. *D*, gouttières où se trouvent localisés les stomates.

Fig. 5. — Coupe longitudinale passant par le cylindre ligneux ; un des groupes trachéens et un cordon foliaire. Gr. $\frac{120}{1}$

A, portion de cylindre ligneux formée de trachéides rayées. *TR*, un centre trachéen. *E*, cordon foliaire.

Fig. 6. — Macrospore avec un reste de prothalle, montrant son prolongement micropylaire. Gr. $\frac{20}{1}$

Fig. 7. — Macrospore contenant un archégone. Gr. $\frac{65}{1}$

A, partie supérieure du prothalle femelle. *B*, *C*, partie inférieure du prothalle renfermant les grandes cellules destinées à alimenter l'embryon pendant son premier développement. *D*, archégone unique formé au sommet du prothalle. *E*, bec allongé du prothalle entourant le col de l'archégone. *F*, enveloppe dure et coriace de la macrospore.

Fig. 8. — Microspores réunies en tétrades en voie de se séparer. Gr. $\frac{100}{}$

Fig. 9. — Microspore isolée, munie sur les arêtes d'une sorte de bande élastique. Gr. $\frac{100}{1}$

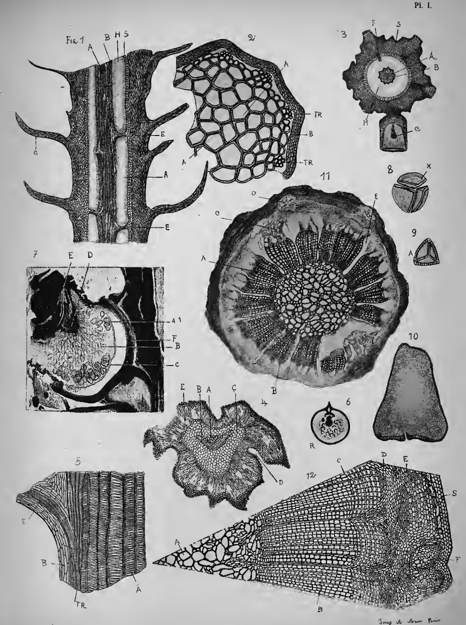
Fig. 10. — Microsporange coupé transversalement rempli de microspores. Gr. $\frac{10}{1}$

Fig. 11. — ***Heterangium Duchartrei***, B. Renault. Coupe transversale de la tige. Gr. $\frac{8}{1}$

A, bois centripète formé de trachéides ponctuées et de tissu fondamental intercalé. *B*, bois secondaire, rayonnant, extérieur. *C*, restes du liber composés de tubes grillagés et de parenchyme libérien. *D*, faisceau vasculaire se rendant dans un appendice. *E*, rayon cellulaire séparant les coins de bois.

Fig. 12. — Coupe d'une portion de tige plus grossie d'***Heterangium tiliæoides***, Williamson.

A, bois centripète. *B*, bois secondaire rayonnant centrifuge. *C*, assise libérienne formée par des lignes concentriques de cellules grillagées et de parenchyme libérien alternant régulièrement. *D*, îlot de liber primaire repoussé à la périphérie. *E*, portion parenchymateuse de l'écorce contenant des cellules à gomme ou à tanin. *F*, faisceau foliaire en voie de se diviser en deux branches. Sur les bords externes on remarque quelques trachéides ponctuées de plus petit calibre représentant des traces de bois secondaire. *S*, couche de liège limitée par un épiderme.



LEPIDODENDRON - HETERANGIUM

PLANCHE II.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. — Section transversale d'un rameau de *Sphenophyllum* passant par une articulation. Gr. $\frac{20}{1}$

A, bois centripète résultant de la soudure de trois faisceaux bicentres accolés par leur face ventrale. *TR*, centres de différenciation : entre deux groupes trachéens se trouve une lacune. *B*, production secondaire formée de tubes ponctués, disposés en couches concentriques sur chacune des trois faces du bois centripète, et allant en diminuant de calibre à mesure qu'ils se rapprochent des angles. *C*, *D*, assise occupée par du liber, et plus en dehors, par des couches de liège. *E*, écorce. *F*, cordons vasculaires se rendant dans les feuilles.

Fig. 2. — Coupe transversale d'une feuille de *Sphenophyllum* intéressant une nervure.

A, bande vasculaire très grêle, bicentre. *B*, couche libérienne. *C*, îlot de cellules hypodermiques placé au-dessous du faisceau vasculaire de la nervure. *E*, couche de cellules hypodermiques s'étendant au-dessous de l'épiderme. *D*, cellules du mésophylle.

Fig. 3. — Vue d'ensemble d'une coupe transversale d'une feuille de *Sphenophyllum* présentant trois nervures.

Fig. 4. — Une racine de *Sphenophyllum* coupée transversalement.

A, production ligneuse secondaire centrifuge, composée de gros tubes ponctués, analogue à celle des rameaux. *B*, bois primaire centripète de la racine.

Fig. 5. — Fragment d'épi de *Sphenophyllum* coupé longitudinalement.

B, bractée dégarnie de son sporange. *MA*, macrosporange. *MI*, microsporange.

Fig. 6. — Portion du même épi plus grossie contenant un macrosporange.

B, Bractée au-dessus de laquelle se trouve un macrosporange. *P*, parois du macrosporange. *MA*, tissu contenu dans le macrosporange.

Fig. 7. — Portion du même épi plus grossie, contenant un microsporange.

P, parois du microsporange. *SP*, sporange rempli de microspores.

Fig. 8. — Une macrospore avec son enveloppe portant un réseau superficiel proéminant et muni de crêtes saillantes, mesurant 120 μ de diamètre.

Fig. 9. — Portion de microsporange fortement grossie.

P, paroi du microsporange. *SP*, microspores silicifiées contenant chacune un prothalle mâle composé d'un petit nombre de cellules.

Fig. 10. — Microspores isolées houillifiées, mesurant 30 μ de diamètre.

Fig. 11. — Section transversale d'une tige de ***Sigillariopsis Decaisnei***. Gr. $\frac{2}{1}$

A, cylindre ligneux. *F*, feuilles entourant le rameau.

Fig. 12. — Portion du cylindre ligneux. Gr. $\frac{20}{1}$

A, bois primaire centripète. *B*, bois secondaire centrifuge.

Fig. 13. — Section transversale d'une feuille de ***Sigillariopsis Decaisnei*** prise vers la moitié de la longueur de la feuille, et contenant deux nervures. Gr. $\frac{20}{1}$

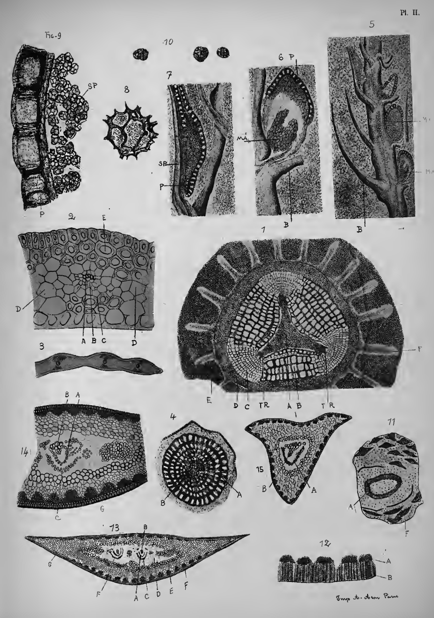
A, lame de bois secondaire. *B*, faisceau de bois primaire. *C*, assise libérienne. *D*, région non conservée. *E*, gaine formée de cellules à parois ponctuées. *F*, bandes de cellules hypodermiques placées contre l'épiderme. *G*, cellules épidermiques.

Fig. 14. — Une portion de la même feuille plus grossie. Gr. $\frac{50}{1}$

A, bois secondaire. *B*, bois primaire. *C*, assise libérienne. *G*, bandes d'hypoderme.

Fig. 15. — Section transversale de l'extrémité de la feuille. Il n'y a plus qu'une nervure.

A, bois secondaire. *B*, bois primaire.
Les feuilles de Sigillaires n'ont qu'une seule nervure; celles des Cordaïtes en possèdent un grand nombre.



SPHENOPHYLLUM - SIGILLARIOPSIS

PLANCHE III.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. — Section transversale d'une portion de tige d'*Anabathra pulcherrima* de Witham. Gr. $\frac{15}{1}$

A, bois secondaire rayonnant centrifuge. *B*, bois primaire centripète. *C*, cellules de la moelle.

Fig. 2. — Coupe tangentielle passant par neuf coussinets foliaires du *Clathraria Menardi* Brongniart.

A, bois secondaire rayonnant centrifuge du cordon foliaire. *B*, bois primaire centripète. *L*, organes sécréteurs. *C*, tissu parenchymateux du coussinet.

Fig. 3. — Portion du cylindre ligneux du *Clathraria Menardi*. Gr. $\frac{20}{1}$

A, bois secondaire rayonnant centrifuge. *B*, bois primaire centripète. *C*, faisceau vasculaire se dirigeant vers une feuille à travers le bois secondaire. *F*, faisceau vasculaire se préparant à pénétrer dans le bois.

Fig. 4. — Coupe radiale passant par le bois centripète et le bois centrifuge. Gr. $\frac{20}{1}$

A, bois secondaire. *B*, bois primaire. *C*, origine des cordons foliaires située entre les deux bois. *F*, cordon foliaire s'élevant verticalement avant de pénétrer dans l'écorce. *F'*, un autre cordon ayant pris naissance un peu plus bas.

Fig. 5. — Section transversale du faisceau vasculaire d'une feuille de *Clathraria spinulosa* Germar. Gr. $\frac{40}{1}$

A, zone occupée par des cellules vasiformes disposées en files rayonnantes plongées au sein d'un tissu fondamental. *B*, bois primaire bicentre, entouré d'une assise de liber mou. *E*, gaine scléenchymateuse enveloppant une masse de tissu cellulaire *D*, formé de cellules extrêmement grêles, de forme prismatique plus haute que large.

Fig. 6. — Une feuille de *Clathraria Brardi latifolia* coupée transversalement. Gr. $\frac{13}{1}$

A, bois primaire. *B*, assise de cellules vasiformes. *G*, gaine sclérenchymateuse. *EP*, épiderme. *L*, gouttières où sont localisés les stomates.

Fig. 7. — Coupe tangentielle d'un cordon foliaire traversant le cylindre ligneux.

A, bois secondaire et *B*, bois primaire du cordon. *C*, trachéides rayées du cylindre ligneux. Les ornements existent sur toutes les faces.

Fig. 8. — Portion d'un des deux organes sécréteurs accompagnant le cordon foliaire, prise dans l'épaisseur du coussinet. Gr. $\frac{35}{1}$

A, Tissu formé de cellules à parois minces, au milieu duquel se trouvent les réservoirs à gomme ou à résine *B*. — *C*, gaine formée par des cellules à parois ponctuées, vasiformes. *D*, cellules subéreuses de l'écorce.

Fig. 9. — Deux cicatrices du ***Syringodendron alternans*** à l'état d'empreinte.

Fig. 10. — Cicatrice de ***Syringodendron alternans*** à l'état silicifié.

Fig. 11. — Section transversale de deux appareils sécréteurs traversant l'écorce.

Fig. 12. — ***Stigmaria ficoides*** coupé transversalement.

A, bois secondaire. *B*, traces de bois primaire intercalé. *C*, faisceaux vasculaires se rendant aux appendices, feuilles ou racines. *R*, un appendice encore en place.

Fig. 13. — Section transversale d'un faisceau vasculaire contenu dans un appendice (feuille).

A, bois secondaire. *B*, bois primaire. *TR*, trachée déroulée entre les deux bois.

Fig. 14. — Faisceau vasculaire parcourant une autre catégorie d'appendices (racines) coupé transversalement; le faisceau est triangulaire et de l'un des angles s'échappe une radicelle *T*.

Fig. 15. — Coupe longitudinale du cylindre ligneux d'un ***Stigmaria.***

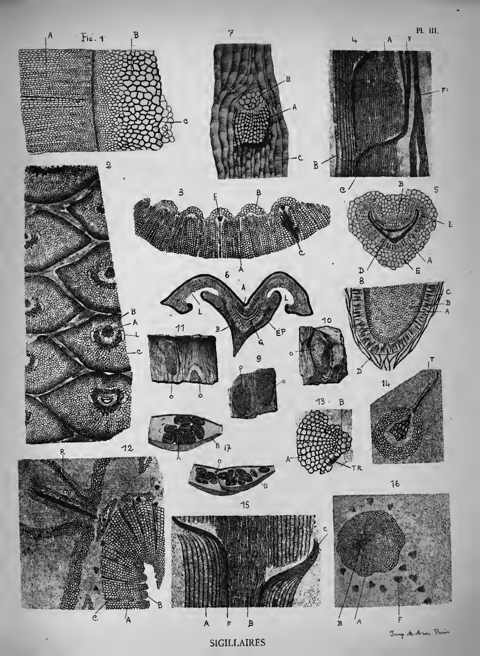
A, bois secondaire. *B*, bois primaire. *F*, faisceaux vasculaires se rendant dans les appendices.

Fig. 16. — Section transversale d'un ***Stigmaria.***

A, bois secondaire. *B*, bois primaire. *F*, cordons foliaires.

Fig. 17. — Bractées d'un épi de Sigillaire.

A, prépollinies ou macrospores ? *B*, bords relevés de la bractée; on ne voit aucune trace des trois lignes radiantes qui se voient ordinairement à la surface des macrospores.



SIGILLAIRES

Imp. A. Aron Paris

PLANCHE IV.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. — Coupe transversale d'un jeune rameau de *Poroxylon Boysseti* B. Renault. Gr. $\frac{8}{1}$

A, bois secondaire. *B*, bois primaire centripète. *L*, assise libérienne. *G*, tubes gommeux ou à résine. *E*, parenchyme cortical. *H*, bandes hypodermiques. *M*, moelle.

Fig. 2. — Pétiole d'une feuille de *Poroxylon Boysseti* coupé transversalement. Gr. $\frac{8}{1}$

A, bois secondaire centrifuge. *B*, bois primaire centripète. *L*, liber. *G*, canaux à gomme ou à tanin. *P*, parenchyme cortical. *H*, bandes hypodermiques. *E*, Épiderme.

Fig. 3. — Portion de la figure précédente plus grossie.

A, bois secondaire. *A'*, liber secondaire. *B*, bois primaire. *C*, déchirure. *E*, partie parenchymateuse de l'écorce. *M*, tissu fondamental. *CG*, tubes à gomme.

Fig. 4. — Racine de *Poroxylon Edwardsi* B. Renault, coupée transversalement.

A, bois secondaire rayonnant. *B*, lame de bois primaire à deux centres de différenciation. *A'*, liber secondaire. *L*, liber primaire. *E*, région parenchymateuse de l'écorce.

Fig. 5. — Tige de *Ptychoxylon* B. Renault, coupée transversalement et polie.

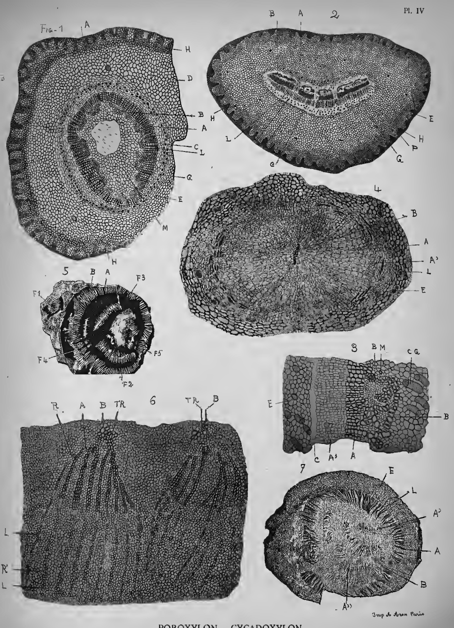
A, Bois secondaire. *B*, liber secondaire. F^1, Rameau et feuille sortis de la tige. F^2, faisceau de la deuxième feuille sortant en formant avec la première un angle de divergence de 130°. F^3, F^4, F^5, troisième, quatrième et cinquième feuilles sortant successivement avec le même angle de divergence.

Fig. 6. — Faisceaux vasculaires d'une feuille de *Ptychoxylon Levyi.*

A, bois secondaire centrifuge. *B*, bois primaire centripète. *TR*, trachées placées entre les deux bois. *R*, rayon cellulaire ligneux. *R'*, rayon cellulaire libérien. *L*, liber secondaire.

Fig. 7. — Tige de *Cycadoxylon Fremyi* coupée transversalement.

A, bois secondaire centrifuge. *L*, liber secondaire. *A'*, bois secondaire centripète avec liber tourné vers l'axe de la tige. *A''*, deuxième couche de bois secondaire centripète avec liber interne. Toutes ces portions de cylindre ligneux sont issues d'une zone génératrice.



POROXYLON - CYCADOXYLON

PLANCHE V.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. — Portion de rameau de Cordaïte coupée transversalement. Gr. $\frac{10}{1}$

A, bois secondaire. *C*, assise libérienne. *D*, bois primaire réduit à une couronne de trachées. *F*, origine de faisceaux vasculaires qui se rendent dans les feuilles. *G*, cellules à gomme. *N*, *R*, fragments d'un rameau secondaire se séparant du rameau principal. *H*, bandes hypodermiques périphériques. *E*, Épiderme.

Fig. 2. — Portion de racine de Cordaïte. Gr. $\frac{10}{1}$

A, bois secondaire. *B*, bois primaire. *D*, espace occupé ordinairement par un tissu formé de cellules rameuses. *E*, *G*, parenchyme cortical. *S*, Assise phellogène. *S'*, couche de liège.

Fig. 3. — Section transversale d'une partie de feuille de ***Cordaites lingulatus*** Grand'Eury, intéressant deux nervures. Gr. $\frac{50}{1}$

A, lame de bois secondaire. *B*, bois primaire : le liber n'est pas conservé. *H*, bandes de tissu hypodermique accompagnant les faisceaux vasculaires de la feuille. *P*, cellules en palissade de la face supérieure de la feuille.

Fig. 4. — Fleur femelle de cordaïte, ***Cordaianthus Grand'Euryi*** B. Renault. Gr. $\frac{35}{1}$

B, bractées entourant l'ovule. *D*, axe secondaire à l'extrémité duquel est fixé l'ovule. *C*, tégument ovulaire. *n*, nucelle. *cp*, chambre pollinique. *p*, grains de pollen ayant pénétré dans la chambre pollinique. *p'* deux autres grains traversant le tube micropylaire. *Q*, tube micropylaire. *VT*, faisceau vasculaire s'élevant contre la face interne du tégument : l'endotesta n'est pas encore formé.

Fig. 5. — Partie supérieure du nucelle vue sous un grossissement de $\frac{225}{1}$

C, cellules du tube micropylaire. *O*, canal conduisant à la chambre pollinique. *P*, grain de pollen ou prépollinie traversant le canal. *EX*, exine. *IN*, tissu cellulaire (prothalle) remplissant une partie de l'intérieur du grain. *P'*, deuxième grain de pollen arrivant à la suite du premier.

Fig. 6. — Région micropylaire d'une graine de ***Stephanospermum akenioides*** Brongniart. Gr. $\frac{20}{1}$

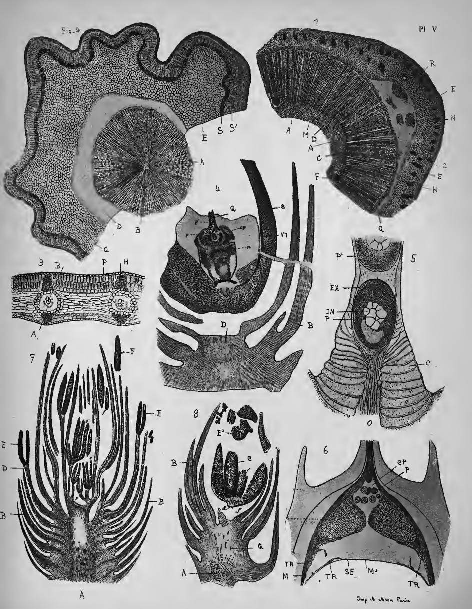
SE, membrane du sac embryonnaire. *M*, tissu du nucelle qui à la partie inférieure de la graine a été aplati par le sac embryonnaire. *TR*, cordons trachéens venant de la chalaze et appliqués contre la membrane du sac embryonnaire. *CP*, chambre pollinique creusée à la partie supérieure du nucelle. *P*, grains de pollen pluricellulaires ou prépollinies.

Fig. 7. — Fleur mâle de Cordaïte, ***Cordaianthus Penjoni*** fendue longitudinalement. Gr. $\frac{10}{1}$

A, axe du cône. *B*, bractées stériles. *D*, filet d'une étamine portant deux anthères *E*. *F*, anthère détachée. *p*, extrémité de l'axe florifère terminé en plateau un peu concave. *é*, groupes intérieurs d'étamines.

Fig. 8. — Coupe longitudinale tangentielle d'un bourgeon floral de ***Cordaianthus Saportanus*** B. Renault. Gr. $\frac{10}{1}$

A, axe du bourgeon. *B*, bractées stériles formant l'involucre floral. *G*, trace des faisceaux vasculaires qui se rendaient dans les bractées enlevées par la section. *C*, anthères au nombre de quatre soudées à leur base, non encore ouvertes et remplies de grains de pollen. *f*, faisceau vasculaire qui se divise en quatre branches et s'arrête au-dessous des quatre loges. *d*, point par où les anthères adhéraient au filet : ce dernier n'a pas été conservé dans la coupe. *E'*, groupe d'anthères détachées de leur filet.



CORDAÏTES - TIGE ET FLEURS

PLANCHE VI.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. — Section transversale d'un faisceau vasculaire de **Cycas revoluta.**

a, a, cellules cambiformes. ph, bois primaire centripète. h^1, h^1, bois secondaire. l, liber secondaire. pl, liber primaire.

Fig. 2. — Prépollinie houillifiée de Cordaïte.

A, groupe de cellules formant le prothalle mâle contenu dans l'intine. B, exine.

Fig. 3. — Coupe transversale d'une portion de disque fructifère do **Dolerophyllum** montrant les prépollinies dans leurs loges.

A, paroi d'une des loges. C, tissu lacuneux du disque. P, prépollinie.

Fig. 4. — Une prépollinie dépourvue de son exine, coupée transversalement : l'intérieur est occupé par un certain nombre de grosses cellules.

Fig. 5. — Une prépollinie vue à l'extérieur montrant deux fentes méridiennes déterminant par leur rencontre une sorte d'opercule, O.

Fig. 6. — Section d'une prépollinie faite perpendiculairement au grand axe. A la partie supérieure on voit l'opercule.

EX, exine. C, cellules qui garnissent l'intérieur de la prépollinie.

Fig. 7. — Chambre pollinique de l'**Ætheotesta elliptica** contenant les prépollinies dépourvues d'exine (fig. 4).

CP, chambre pollinique. P, prépollinie. N, restes du nucelle. M, canal micropylaire. E, membrane du sac embryonnaire.

Fig. 8. — Prépollinie prise dans un **Stephanospermum akenioides.**

Fig. 9. — Prépollinie prise dans un **Codonospermum anomalum.**

Fig. 10. — Partie supérieure du nucelle de Cycas vivant : les téguments ont été enlevés

CP, chambre pollinique renfermant des grains de pollen.

Fig. 11. — Pollen de **Pinus pinaster.**

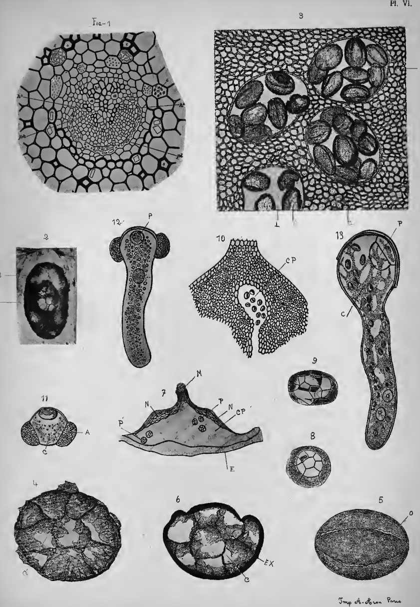
A, ampoules aériennes aidant à la dissémination du grain.

Fig. 12. — Le même après sa germination.

P, cellule stérile.

Fig. 13. — Grain de pollen de **Macrozamia longifolia.**

P, deux petites cellules stériles. C, protoplasma granuleux. A l'extrémité du tube pollinique se trouvent deux nucléoles.



PRÉPOLLINIES ET GRAINS DE POLLEN

PLANCHE VII.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. — Algues du Boghead d'Autun (coupe parallèle à la stratification).

A, *Pila bibractensis*. *B*, matière fondamentale.

Fig. 2. — Fragment de Boghead (coupe perpendiculairement à la stratification).

A, lit de *Pila bibractensis*. *B*, matière fondamentale.

Fig. 3. — Portion de Boghead plus grossie.

A, un thalle de *Pila bibractensis* coupé par le milieu et montrant sa cavité intérieure. *C*, un thalle en voie de se diviser.

Fig. 4. — Algues des Bogheads d'Australie (terrain permien).

A, jeunes thalles. *B*, thalles adultes de *Reinschia australis*.

Fig. 5. — Thalle de *Reinschia australis* adulte.

C, *D*, invaginations qui se forment à l'intérieur du thalle, et donnent peut-être naissance à des thalles plus petits qui se libéraient par la destruction du thalle adulte.

Fig. 6. — Thalles de *Reinschia australis* aplatis. La coupe est perpendiculaire à la stratification.

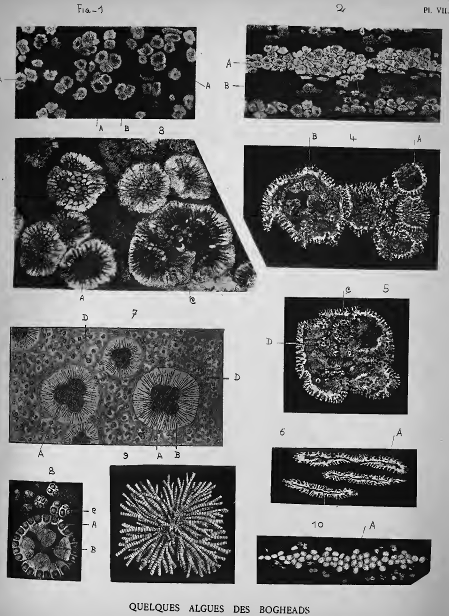
Fig. 7. Sphérolithes ayant l'aspect d'algues creuses, résultant sans doute de l'agglomération de Bactéries.

Fig. 8. — Algues du Boghead anglais Almadale (houiller moyen).

A, thalle creux, sphérique de *Thylax britannicus* formé d'un seul rang de cellules. *B*, ouvertures mettant en communication l'intérieur de l'algue avec l'extérieur. *C*, jeunes thalles isolés.

Fig. 9. — Algues des Bogheads du bassin de Moscou (Culm inférieur). Thalle rameux de ***Cladiscothallus Keppeni***, parallèle à la stratification.

Fig. 10. — Coupe d'un ***Cladiscothallus*** dirigée perpendiculairement aux strates.



QUELQUES ALGUES DES BOGHEADS

PLANCHE VIII.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. — Tissu cellulaire conservé par la silice, envahi par les Bactéries (terrain houiller supérieur de Grand'Croix).

A, paroi de celluls couverte de *Micrococcus Guignardi*. *B*, *B*, ouvertures laissées sur la paroi par le départ des microcoques. *C*, microcoques libres.

Fig. 2. — Portion du sarcotesta d'un ***Rhabdocarpus conicus*** Brongniart, coupé transversalement.

A, faisceau hypodermique. *B*, tissu parenchymateux reliant les bandes d'hypoderme. *M*, cavité d'une cellule occupée par les microcoques. *M'*, cellules dans lesquelles les couches cellulosiques d'incrustation sont séparées de la membrane moyenne.

Fig. 3. — ***Rhabdocarpus cyclocaryon*** Brongniart. Portion de sarcotesta coupé longitudinalement.

A, partie du parenchyme dont les cellules ne sont pas dissociées. *B*, une cellule isolée mais munie de son enveloppe de cellulose. *C*, masse protoplasmique devenue libre par la destruction des parois de la cellule. *D*, Masses protoplasmiques en voie de se désagréger.

Fig. 4. — Racine de ***Calamodendron*** envahie par les Bactéries.

A, traces de tissu vasculaire. *B*, intérieur de la racine occupé par le *Micrococcus Guignardi* et le *M. hymenophagus*. *C*, cuticule conservée.

Fig. 5. — Portion de racine complètement désorganisée par le ***Bacillus vorax*** (Culm d'Esnost).

B, région périphérique où se sont rassemblés les Bacilles.

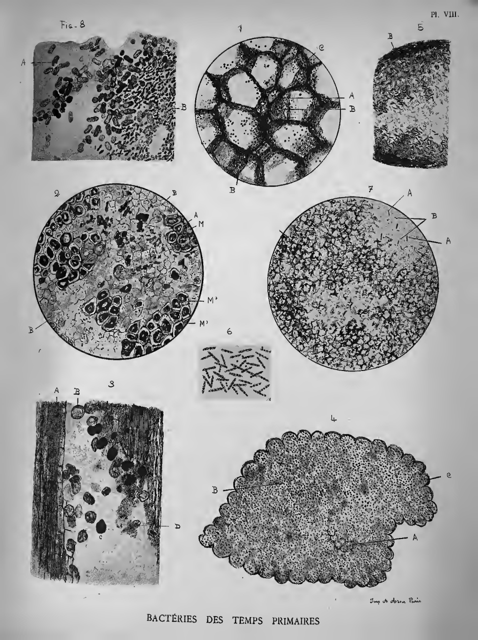
Fig. 6. — ***Bacillus vorax*** grossi 600 fois. La membrane-enveloppe est peu distincte; elle a disparu quelquefois, mais les spores ont conservé leur position initiale.

Fig. 7. — Tissu en partie détruit par les Bactéries (Culm d'Esnost).

A, bâtonnets de *Bacillus vorax*. *B*, cellules de *Micrococcus priscus*.

Fig. 8. — Cellules dissociées par les Bactéries (Culm d'Esnost), et devenues libres.

A, cellules avec une portion de leurs parois et de leur protoplasma. *B*, protoplasma libéré et en grande partie dissous par les Bactéries.



BACTÉRIES DES TEMPS PRIMAIRES